

A laser processing method for a silver containing glass substrate, and a diffraction grating and a microlens array obtained therefrom

Publication number: TW440551 (B)

Publication date: 2001-06-16

Inventor(s): KOYAMA TADASHI [JP]; TSUNETOMO KEIJI [JP]; OIKAWA
MASAHIRO [JP]; HAMANAKA KENJIRO [JP] +

Applicant(s): NIPPON SHEET GLASS CO LTD [JP] +

Classification:






- international: *B23K26/06; C03B23/00; C03B23/02; C03B29/00;
C03B29/02; C03C23/00; G02B3/00; G02B6/32; G02B6/36;
B23K26/06; C03B23/00; C03B23/02; C03B29/00;
C03C23/00; G02B3/00; G02B6/32; G02B6/36; (IPC1-
7): B23K26/00; C03C3/04; C03C4/00*

- European: B23K26/06; B23K26/06F; B23K26/18; B23K26/38B4;
C03B23/00G; C03B23/02; C03B29/00; C03B29/02B;
C03C23/00B8; G02B3/00A1; G02B3/00A3S; G02B6/32

Application number: TW19970103582 19970321

Priority number(s): JP19960068440 19960325; JP19960068455 19960325;
JP19960176124 19960705

Also published as:

	WO9735811 (A1)
	US2001028502 (A1)
	US2002017116 (A1)
	US6470712 (B2)
	US6220058 (B1)

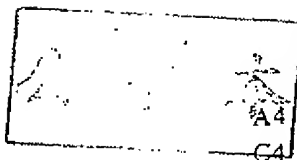
more >>

Abstract of TW 440551 (B)

Upon coincidence of a laser beam on a phase mask, diffraction light beams of +1 and -1 order exit therefrom, whereby intensity distribution of the laser beam can be obtained in the vicinity of the pole on the exit side of the phase mask with the interference between those diffraction light beams. The frequency thereof is coincident with that of the diffraction grating of the phase mask, if the incident laser beam is in parallel. A glass substrate is set at the region where the periodical intensity distribution of the laser beam appears, then, glass is evaporated or ablated depending on the periodical intensity distribution, thereby to form a diffraction grating having the same frequency as the frequency of the intensity distribution of the surface of the glass substrate.

Data supplied from the *espacenet* database — Worldwide

申請日期	86.3.21
案 號	86103582
類 別	C03C ¹ / ₆₄ , 4/ ₆₀ , B23K ²⁶ / ₀₀



(以上各欄由本局填註)

440551

第86103582號 發明 專利說明書 修正本 89年10月19日

一、發明 名稱	中 文	針對含銀玻璃基材之雷射加工方法、由此方法得到之繞射光柵及微透鏡組
	英 文	A LASER PROCESSING METHOD FOR A SILVER-CONTAINING GLASS SUBSTRATE, AND A DIFFRACTION GRATING AND A MICROLENS ARRAY OBTAINED THEREFROM
二、發明 人	姓 名	(1) 小山正 (2) 常友啟司 (3) 及川正尋 (4) 濱中賢二郎
	國 籍	日 本
三、申請人	住、居所	(1)(2)(3)(4) 日本國大阪府大阪市中央區道修町3丁目5番11號
	姓 名 (名稱)	日商・日本板硝子股份有限公司
	國 籍	日 本
	住、居所 (事務所)	日本國大阪府大阪市中央區道修町3丁目5番11號
	代 表 人 姓 名	松村賢

裝

訂

線

(由本局填寫)

承辦人代碼： .
大 類：
I P C 分類：

A6
B6

本案已向：

日本 國 (地區) 申請專利，申請日期： 案號： ☒有 ☐無主張優先權

1996.3.25	特願平8-68440
1996.3.25	特願平8-68455
1996.7.5	特願平8-176124

有關微生物已寄存於：

，寄存日期：

，寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

四、中文發明摘要（發明之名稱：針對含銀玻璃基材之雷射加工方法、由此方法得到之繞射光柵及微透鏡組）

若對相光罩入射雷射光， $+1$ 次繞射光與 -1 次繞射光會射出，藉此等繞射光之干涉於相光罩之射出側極附近可得到周期性光的強度分布。繼而，其周期若入射側之雷射光為平行光則會與相光罩之繞射光柵的周期一致。而且，形成周期性強度分布之區域，若安置玻璃基板，依照該周期性光強度而玻璃會蒸發或爆蝕，擁有與光強度的周期相同之周期的繞射光柵會形成於玻璃基板上。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄）

裝

英文發明摘要（發明之名稱：A LASER PROCESSING METHOD FOR A SILVER CONTAINING GLASS SUBSTRATE, AND A DIFFRACTION GRATING AND A MICROLENS ARRAY OBTAINED THEREFROM）

Upon coincidence of a laser beam on a phase mask, diffraction light beams of $+1$ and -1 order exit therefrom, whereby intensity distribution of the laser beam can be obtained in the vicinity of the pole on the exit side of the phase mask with the interference between those diffraction light beams. The frequency thereof is coincident with that of the diffraction grating of the phase mask, if the incident laser beam is in parallel. A glass substrate is set at the region where the periodical intensity distribution of the laser beam appears, then, glass is evaporated or ablated depending on the periodical intensity distribution, thereby to form a diffraction grating having the same frequency as the frequency of the intensity distribution on the surface of the glass substrate.

訂

線

五、發明說明(1)

本發明係關於一種針對玻璃基材之雷射加工方法及藉由此加工方法所得到之繞射光柵及微透鏡組。

玻璃之中尤其是以 SiO_2 為主成分的矽酸鹽玻璃，係透明度高、可於高溫下簡單成形(變形)，故以微細加工形成開孔或凹凸，可廣泛使用於光通信等之光學零件或顯示器用的玻璃基板等。

對上述矽酸鹽玻璃施予微細加工，以往通常係藉由使用氟酸等蝕刻劑之濕式蝕刻(化學蝕刻)、或反應性離子蝕刻等之乾式蝕刻(物理蝕刻)。

然而，於濕式蝕刻時，有蝕刻劑管理與處理之問題，於乾式蝕刻時，真空容器等之設備乃必須的，裝置本身乃很龐大，進而必須藉由複雜的光蝕刻技術形成圖案光罩，很無效率。

另外，雷射光乃具有強力的能量，可提高所照射之材料表面溫度，使所照射之部分爆蝕(abrasion)或蒸發而施予各種加工為一般所實施的。尤其雷射光可聚焦成極小的光點，故適宜微細加工。

因此，於特開昭54-28590號公報中，係揭示預先加熱至 $300\sim 700^\circ\text{C}$ 之玻璃基板固定於桌上，使此桌子一面朝X-Y方向移動一面照射雷射光，以加工玻璃基板表面。

如上述般，使固定玻璃基板之桌子朝X-Y方向移動，可於玻璃基板上形成預定形狀的凹凸，但凹凸形狀例如繞射光柵之微細形狀時，以移動桌子無法應付。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(2)

若移動桌子，會發生塵埃，此乃成為製品缺陷的原因，造成良率降低。

又，製造平板型微透鏡組等之方法，係於模具內倒入透鏡原料而成形，再轉印於玻璃基材上而燒成之圖案亦已為人所知，但，圖案轉印工程或燒成工程須要求精密的位置對位，且耗時間。

製造平板型微透鏡組等之另一方法，係於玻璃基板表面以濕式蝕刻形成断面圓弧狀的凹部，於此凹部充填高曲折率樹脂以使凹部成為凸透鏡，但，濕式蝕刻具有如上述的問題。

因此，可想到藉由光罩而照射雷射光以形成一充填高曲折率樹脂之凹部，但，雷射光以直線前進行透過光罩之開口的雷射光強度，係於1光點的範圍的相等，形成於玻璃基材之凹部的壁相對於玻璃基材呈略垂直，無法成為完全連續凹部断面之圓弧狀，如液晶顯示器般對於要求極高精度者不能直接組入，耗費多少必須施予濕式蝕刻之工夫。

另外，雷射光亦有CO₂雷射等之紅外線雷射、Nd:YAG雷射、Nd:YAG雷射與從組合波長變換之近紅外線區域至可見光進而至紫外線區域之雷射、或ArF、KrF等準分子雷射等之紫外線雷射等各種雷射，使用長波長之CO₂氣體雷射時，會產生由熱變形引起之龜裂。又，使用紫外線之KrF準分子雷射(波長248nm)時，於照射痕周邊會發生龜裂，

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(3)

不適於微細加工。因此，使用於雷射加工之雷射光最適使用波長193nm之ArF準分子雷射，但，使用此ArF準分子雷射時，有空氣產生之吸收，為擁有長光軸，必須與Ar等之無吸收氣體置換，或，必須於真空中。

本發明係為解決上述之習知問題點，其目的在於提供一種可於玻璃基板表面正確且短時間形成微細凹凸圖案之雷射加工方法。

另一目的在於提供一種於玻璃基材表面形成斷面呈曲線狀之多數凹部。

另一目的在於提供一種不移動玻璃基板而變更光路，於玻璃基材表面形成多數凹部之雷射加工方法。

另一目的在於藉由上述方法得到繞射光柵及微透鏡組。

為達成上述目的，本發明之一種針對玻璃基材之雷射加工方法，對玻璃基材照射雷射光，使玻璃基材吸收雷射光能量，俾藉由此能量所引起之熔融、蒸發或爆蝕而除去玻璃，其特徵在於：使照射於前述玻璃基材表面之雷射光的光強度之空間分布部分相異，光強度較強的部分可除去較多玻璃量，光強度較弱的部分可除去較少玻璃量而於玻璃基材表面形成微細凹凸。

前述雷射光藉使用具有周期性或規則性之光強度分布的雷射光，可製造一組入於光結合器、偏光器、分波器、濾波器、反射器或模式變換器等之繞射光柵或微透鏡組。

五、發明說明(4)

具有規則性光強度分布之雷射光，可藉由相光罩或2條雷射光干涉而得到，形成於玻璃基材表面之周期性凹凸斷面形狀，可以雷射光之脈衝能量來控制。又，具有規則性光強度分布之雷射光，係可使用網目狀光罩等而獲得。

為達成上述另一目的，關於本發明之一種針對玻璃基材之雷射加工方法，其特徵在於：於透鏡之入射側的焦點位置配置光罩，於透鏡之射出側的焦點位置配置玻璃基板，對前述光罩照射雷射光而於成為透鏡射出側之焦點位置的玻璃基材表面使光罩之富立葉變換像成像，以使玻璃基材吸收此富立葉變換像的光能量，藉此能量所引起之熔融、蒸發或爆蝕而除去玻璃，俾於玻璃基材表面形成周期性擴散之複數凹部。

此處，透過光罩開口之雷射光強度於中心部或周邊部均顯示略相同之矩形狀的強度分布，但，透過該光罩之雷射光所引起之富立葉變換像，係於各光點之中心部的強度較大，周邊部之強度較小，即呈sin波狀之強度分布。結果，以2次元展開形成於玻璃基材表面之多數凹部斷面形狀，可成為平滑的圓弧狀等曲線狀，例如，適用於平板型微透鏡組，可形成高精度之凸透鏡部。

同樣地，為達成上述另一目的，本發明之一種針對玻璃基材之雷射加工方法，其特徵在於：使第1透鏡射出側之焦點位置與第2透鏡入射側之焦點一致，於第1透鏡入射側之焦點位置配置第1光罩，於第1透鏡射出側之焦點

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(5)

位置配置第2光罩，於第2透鏡射出側之焦點位置配置玻璃基板，對前述第1光罩照射雷射光而使富立葉變換像成像於第1透鏡射出側之焦點位置，同時，介由第2光罩使富立葉變換像之一部份成像於配置在第2透鏡射出側之焦點位置的玻璃基材表面，成像之光能量被玻璃基材吸收，藉此能量所引起之熔融、蒸發或爆蝕而除去玻璃，俾於玻璃基材表面形成周期性擴散之複數凹部。

藉由如此之構成而於玻璃基材表面所形成之凹部圖案，係與第1光罩相同，但凹部之斷面形狀呈平滑之曲線狀。又，改變2片透鏡之焦點距離可調整像之倍率。

又，當上述發明時，於透鏡射出側之焦點位置配置玻璃基板，於玻璃基板上使富立葉變換像成像，但亦可從焦點位置偏離之位置配置玻璃基板。此時，玻璃基板上並非富立葉變換像，而轉印與光罩相異之形狀的周期構造。

光罩係除了於呈2次元排列矩形狀、圓形等孔之銅板(銅網目)、石英基板上形成金屬蒸鍍膜圖案等之開口型光罩之外，亦可使用相對於光束內之位相加上變調，即所謂之位相型光罩。

為達成上述目的，對於本發明玻璃基板之雷射加工方法，係對玻璃基材照射雷射光，雷射光能量被玻璃吸收，藉由此能量所引起之熔融、蒸發或爆蝕而除去玻璃之玻璃雷射加工方法中，以光路變更裝置改變雷射光之光路，俾移動照射於玻璃基材之雷射光之光點位置，而於玻璃表面

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(6)

形成微細凹部。

此處，光路變更裝置係由如下所構成：於玻璃基材上使雷射光之光點位置呈縱方向移動之第1鏡片，及，於玻璃基材上使雷射光之光點位置呈橫方向移動之第2鏡片。而且，使用鏡片時，宜使用可隨電流值而微小角度轉動之電流鏡(galvano mirror)。

進而，若在以往，可使用於玻璃加工之雷射光係限定於波長193nm之ArF準分子雷射，而且，與Ar等之不吸收氣體置換或在真空下，故裝置很龐大，但，對玻璃以Ag原子、Ag膠體或Ag離子之形態導入銀，即使用波長很長之雷射光亦不會產生龜裂或缺陷，照射痕亦極平滑，此皆可由實驗結果獲得瞭解。

然而，如習知之感光性玻璃或抗菌玻璃以均一濃度含有銀時，看不出雷射加工性之提昇，於施予加工側之表面的銀濃度最高，逐漸朝另一面側而銀濃度降低，呈濃度梯度乃為必須。

認為此係依據如以下第1圖所示之機構。

亦即，如第1(a)圖所示般，乃從Ag離子濃度最高側之表面照射雷射光。如此一來，如第1(b)圖所示般，使Ag離子濃度最高之玻璃基材表面的Ag離子還原而成為膠體(Ag之超微粒子)，此膠體會吸收雷射光能量，如第1(c)圖所示般，會產生由此能量所引起之熔融、蒸發或爆蝕，而除去表層部之玻璃。接著，若除去表層部之玻璃，其下層之

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(7)

玻璃亦會依次引起同樣的現象，最後如第1(d)圖所示般，會形成凹部或貫通孔。

如此，因從玻璃基材之最表面逐漸除去玻璃，故，龜裂或缺很難發生。相對於此，當銀濃度均一，不含銀之玻璃基材，於玻璃基材內部易產生爆蝕，引起龜裂或缺陷。

圖面之簡單說明

第1(a)~(d)圖係說明本發明玻璃之雷射加工方法的圖。

第2圖係用於離子交換之裝置的模式圖。

第3圖係以本發明方法製造繞射光柵之裝置的概略圖。

第4(a)圖係說明相光罩作用之圖。

第4(b)圖係表示介由同相光罩而對玻璃基板照射雷射光之狀態。

第4(c)圖係表示被雷射加工之玻璃基板的圖。

第5(a)圖係以掃描型電子顯微鏡觀察繞射光柵之平面的照片(10000倍)。

第5(b)圖依同照片作成之圖。

第6(a)圖係以掃描型電子顯微鏡觀察繞射光柵之斷面的照片(10000倍)。

第6(b)圖係依同照片作成之圖。

第7圖係表示雷射光形成周期性強度分布之裝置的另一實施例圖。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(8)

第8圖係於玻璃基板上以雷射加工形成網目圖案的裝置概略圖。

第9(a)圖係以光學顯微鏡(100倍)觀察雷射加工後玻璃基板平面之照片(100倍)。

第9(b)圖係依同照片作成之圖。

第10圖係於玻璃基板上以雷射加工形成網目圖案之裝置的另一實施例概略圖。

第11(a)圖係以光學顯微鏡觀察雷射加工後玻璃基板平面之照片(50倍)。

第11(b)圖係依同照片作成之圖。

第12(a)圖係以原子間力顯微鏡觀察雷射加工後之玻璃基板平面的照片。

第12(b)圖係依同照片作成之圖。

第13圖係表示實施本發明另一雷射加工方法之光學系圖。

第14(a)圖係表示透過光罩之雷射光強度的空間分布圖。

第14(b)圖係表示富立葉變換像之雷射光強度空間分布圖。

第15圖係與表示另一實施例之第13圖相同的圖。

第16圖係使用以本發明方法之雷射加工方法所製造的玻璃基材之平板型微透鏡組。

第17圖係適用於本發明另一雷射加工方法實施之加工

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(9)

裝置概略構成圖。

第18圖係加工途中之玻璃基材的斜視圖。

第19圖係平板型微透鏡組之斷面圖。

第20圖係2次元光件組之斷面圖。

用以實施發明之最佳形態

以下依添附圖面說明本發明實施形態。

(實施例1)

使用第2圖所示裝置而進行離子交換。加工用玻璃基材係以 SiO_2 為主成分，於其中含有 Al_2O_3 、 B_2O_3 、 Na_2O 、F等且厚2mm之矽酸鹽玻璃，充滿石英容器內之熔融鹽係使用以50 mol%-50 mol%混合硝酸銀與硝酸鈉者。

將上述加工用玻璃基材浸漬於充滿熔融鹽之石英容器內12分鐘。又，熔融鹽之溫度係於電氣爐中保持在 285°C ，反應氣氛為空氣。

藉由以上之處理，使玻璃基材表面之Na離子（1價之陽離子）溶出，令熔融鹽中之Ag離子擴散至玻璃中。以X線微分析儀測定Ag擴散層之厚度後約 $5\mu\text{m}$ 。

繼而，使用第3圖所示裝置以製造繞射光柵。具體上，於構成玻璃基板之離子交換的面，配置一具備介由間距子而形成繞射光柵之相光罩的基板，照射雷射光。

若對相光罩入射雷射光，如第4(a)圖所示般，主要射出+1次之繞射光與-1次之繞射光，藉此等繞射光之干涉，可於相光罩之射出側極附近得到周期性光強度分布。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (10)

而且，其周期若入射側之雷射光為平行光，會與相光罩之繞射光柵的周期一致。此處，本實施例之相光罩係使用：繞射光柵周期為1055nm，繞射光柵深度為約250nm，大小為10mm×5mm(QPS Technology Inc. 製Canada)，故形成1055nm左右之周期光強度分布。

繼而，於形成此周期性強度分布之區域，如第4(b)圖所示般，安放玻璃基板。結果，如第4(c)圖所示般，依照該周期性光強度而玻璃會蒸發或爆蝕，具有與光強度周期同一周期的繞射光柵乃形成於玻璃基板上。

又，所使用之雷射光係Nd:YAG雷射之第3高調波即355nm之光。脈衝幅約10nsec，反覆周波數為5Hz。雷射光與每1脈衝之能量可藉改變雷射之Q開關的定時來調整，本實施例所使用之雷射，最大之脈衝能量約90mJ，光束直徑約5mm。

由雷射光引起之蒸發或爆蝕一般為非線形，成某種強度以上時，會開始引起材料之蒸發。本實施例所使用之玻璃基板，必須在355nm之波長、3~4J/cm²/脈衝以上之能量密度不造成爆蝕。如上述般，本實施例所使用之雷射的能量密度約0.46J/cm²，就此不會引起玻璃之爆蝕，故為增大能量密度，雷射光以焦點距離250nm之透鏡聚光而於玻璃基板上之光束大小成為約2mm。

具體之照射方法首先係降低雷射光之強度而雷射光如第3圖所示般從相光罩之基板側約垂直地入射，以調整光

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明 (11)

軸，然後，改變雷射光源之Q開關的定時，徐緩增加雷射光之能量。雷射光之光能量約為80mJ/脈衝時，可確認出玻璃之爆蝕，故以此狀態僅照射5脈衝雷射光，即停止雷射光之照射。

藉上述所形成之繞射光柵的形狀表示於第5圖及第6圖中。此處，第5(a)圖係以掃描型電子顯微鏡觀察繞射光柵平面之照片(10000倍)，第5(b)圖係依同照片作成之圖，第6(a)圖係以掃描型電子顯微鏡觀察繞射光柵斷面之照片(10000倍)，第6(b)圖係依同照片作成之圖，從此等圖明顯可知，繞射光柵之周期約與所使用之相光罩的周期一致，又，繞射光柵之形狀係依光強度之周期構造分布，成為曲面，進而，繞射光柵表面亦非常平滑。

又，以上之測定係於繞射光柵之略中央測定者，但在雷射光束之周邊部比光束中央部強度還低，故，形成與中央部相異之形狀的繞射光柵。亦即，於雷射光束之照射區域的中央部分(光強度最強部分)，於光強度分布之凹部亦會引起爆蝕，故所製作之繞射光柵的凸部及凹部會呈平滑的曲面狀，但於雷射光束照射區域之周邊部(光強度很低部分)僅在光強度分布之凸部引起爆蝕，結果成為台形狀之斷面構造。此時，繞射光柵之凸部上面為原來玻璃基板之表面，故沒有那麼平滑。

如上述般，可確認出藉由雷射光束之中央部分與周邊部分的光強度差異所形成的繞射光柵形狀會變化，但，本

五、發明說明 (12)

實施例中即使改變雷射光之強度本身，同樣地繞射光柵之斷面構造亦會變化。

如此一來，若製造繞射光柵，不須特別的真空容器，可非常簡便、且廉價地於玻璃上製作繞射光柵。

於本實施例中，藉間距子使相光罩與玻璃基板之間隔呈約 $50\mu\text{m}$ 。此因可極力防止來自玻璃基板表面之蒸發物附著於相光罩，此間隔本身為任意。例如若為十次光與一次光互相重疊之範圍內，即使相光罩與玻璃基板密接，亦可製作繞射光柵，且，於相光罩與玻璃基板之間挾持密接 $150\mu\text{m}$ 左右厚度的石英板而進行雷射照射時，與本實施例同樣地可製作繞射光柵。相光罩為可反覆使用者，避免其污染乃很重要，因此，介入間距子為很有效的方法。

(實施例2)

於本實施例中，係不使用前述實施例之相光罩而代之以利用2條雷射光的干涉而形成周期性強度分布。

亦即，如第7圖所示般，藉光束分光器將雷射光分成2條，擁有某角度而再重疊，則重合部分會形成周期性光強度分布。其周期係依重合雷射光之角度來決定。

本實施例中，係構成2條雷射光束之入射角呈約 20° 之光學系。此時之光強度分布的周期約為 1020nm 。

接著，於2條雷射光束重疊之部分設置與使用於實施例1者同種的具雷射加工性之玻璃，照射雷射光，結果，引起爆蝕。圖中之透鏡係為提高玻璃面上之能量密度而使

五、發明說明 (13)

用者，引起爆蝕時之能量密度係與前述實施例相同值。

測定所製作之繞射光柵的周期後，與預想之周期約一致。以掃描型電子顯微鏡測定斷面形狀，與實施例1同樣地，可確認出於曲面形成表面平滑的繞射光柵。

此處，（實施例1）與（實施例2）係形成周期性強度分布之方法相異，分別具有長處與短處。

亦即，利用相光罩之方法係光學系的構成很簡單，周期之再現性亦佳，故於生產同一周期的繞射光柵時很有利。另外，周期的變更很頻繁時，利用2條雷射光之干涉的方法很有利。

（實施例3）

如第8圖所示般，於玻璃基板上密接具有網目圖案之銅製光罩，雷射光以焦點距離250mm之透鏡聚集，在玻璃基板上之光束大小約呈2mm而進行照射。

所使用之玻璃係與使用於實施例1者相同之具雷射加工性的玻璃，Ag離子向玻璃內之導入條件係除使熔融鹽之溫度為300℃以外，其餘同於實施例1，使用之雷射光為Nd:YAG雷射之第2高調波即532nm之光。脈衝幅約10nsec，反覆周波數為5Hz。雷射光每1脈衝之能量可以改變雷射之Q開關的定時來調整，使用於本實施例之雷射，最大之脈衝能量約90mJ，光束直徑約5mm。

於上述玻璃基板進行雷射加工，係首先降低雷射光之強度而如第8圖所示般調整光軸俾雷射光從光罩之基板側

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

始

五、發明說明 (14)

約垂直入射，然後，改變雷射光源之Q開關的定時，而徐緩增加雷射光之能量。雷射光之能量約 $4\text{J}/\text{cm}^2/\text{pulse}$ 時，可確認出玻璃之爆蝕，故以此狀態僅照射5脈衝，即停止雷射光之照射。

形成於上述玻璃基板之凹凸形狀如第9圖所示。此處，第9(a)圖係加工後之玻璃基板的平面照片，第9(b)圖係依同照片作成之圖，從此等圖明顯可知，於玻璃基板可忠實地轉印網目間距 $50\mu\text{m}$ 的光罩圖案。又，各凹部之周邊的龜裂未觀察到。又，以 $1\mu\text{m}$ 左右之間隔亦觀察到繞射光之干涉圖案。此表示 $1\mu\text{m}$ 左右的微細級數(order)之轉印。又，於本實施例中，雖使用 532nm 之雷射光，但 355nm 之光亦可得到相同結果。進而，光罩材料不限於銅，可使用鋁、金等熱傳導性優異之材料、鎢、不銹鋼、鈦等高融點材料。

又，轉印如上述之光罩圖案的玻璃基板，係施予於凹部充填高屈折率樹脂等的加工，使用來作為組入液晶顯示裝置或電漿顯示裝置等之平板型微透鏡組等。

(實施例4)

本實施例係如第10圖所示般，不使銅製之光罩密接於玻璃基板上，而設置於透鏡的光軸上對玻璃基板照射雷射光。

使用之玻璃、Ag離子向玻璃內的導入條件及使用雷射光係與實施例3相同。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (15)

於第10圖中，藉焦點距離100mm之透鏡於光罩的實像成像位置安放玻璃。而且，與實施例3同樣地，玻璃會爆蝕之能量密度即約4J/cm²/pulse時，可確認出玻璃之爆蝕，故，以此狀態僅照射雷射光10脈衝，即停止雷射光之照射。

形成於玻璃基板之凹凸形狀表示於第11圖中。此處，第11(a)圖係加工後之玻璃基板的平面照片，第11(b)圖係依同照片作成之圖，從此等圖明顯可知，於玻璃基板上使用同於實施例3之光罩，而以比實施例3還縮小之大小轉印網目。如此，使用透鏡可縮小轉印及擴大轉印。

於上述係使用光罩而製造平板型微透鏡組用之玻璃基板之例，但，藉由使3條或3條以上之雷射光干涉，如第12圖之(a)及(b)所示般，可製造微透鏡組用的玻璃基板。

又，於實施例中係對Al₂O₃-B₂O₃-Na₂O-F系矽酸鹽玻璃施予Ag離子交換處理，但，對另一玻璃施予Ag離子交換處理者，或，不施予Ag離子交換處理者，若具有雷射加工性者，可使用來作為本發明方法之實施對象。

又，成為本發明方法實施對象之玻璃基材形狀不限於板狀者，而可為圓柱狀等任意形狀。

(實施例 5)

第13圖係表示實施實施例5之雷射加工方法的光學系圖，於投影透鏡之入射側焦點位置配置光罩，於投影透鏡之射出側焦點位置配置玻璃基板。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝 訂 線

五、發明說明 (16)

玻璃基板 3 係對以 $Al_2O_3-B_2O_3-Na_2O-F$ 為主要成分而厚度 2mm 的玻璃施予 Ag 離子交換處理者。Ag 離子交換處理係依以下之順序進行。

進行 Ag 離子交換之熔融鹽係使用以 50mol%-50mol% 混合硝酸銀與硝酸鈉者，於石英製反應容器浸漬加工用玻璃 15 分鐘。熔融鹽之溫度係於電氣爐中保持在 $300^{\circ}C$ ，反應氣氛為空氣。

藉此處理，玻璃表面之 Na 離子會溶出，鹽中所含有之 Ag 離子會擴散(離子交換)至玻璃中。以 X 線微分析儀測定 Ag 離子擴散層厚度後，約為 $5\mu m$ 。

雷射光源係使用 Nd-YAG 脈衝雷射之第 3 高調波(波長 355nm、脈衝幅約 10nsec、反覆周波數為 5Hz)。雷射光每 1 脈衝之能量可以改變雷射之 Q 開關的定時來調整。使用於本實施例之雷射，最大之脈衝能量約 90mJ，光束直徑約 5mm。

又，透鏡係使用焦點距離 250mm 者，光罩係使用 2 次元排列約 $100\mu m$ 孔之銅網目。

又，於以上，若照射雷射光，光罩之富立葉變換像會成像於玻璃基板的表面。

此處，於透過光罩之時點的雷射光強度的空間分布如第 14(a) 圖所示般，中心部與周邊部略呈相等之矩形狀，另外，富立葉變換像之雷射光強度的空間分布如第 14(b) 圖所示般，呈 sin 波狀。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (17)

而且，對應於雷射光強度之空間分布而於玻璃基板表面形成一斷面形狀呈曲線狀(圓弧狀)之凹部。

藉雷射光引起之蒸發或爆蝕乃非線形現象，若不為某種強度以上，則不產生蒸發或爆蝕。在本實施例下，富立葉變換像之中，對於3次以上之成分，強度很小，不發生蒸發或爆蝕。

但，隨著光罩之設計可以開口型之光罩進一步記錄至更高次的光點。

(實施例6)

第15圖係表示實施實施例6之雷射加工方法的光學系之圖，於本實施例中，係使第1投影透鏡射出側之焦點位置與第2投影透鏡入射側的焦點一致，於第1投影透鏡之入射側的焦點位置配置第1光罩，於第1投影透鏡射出側之焦點位置配置第2光罩，於第2投影透鏡射出側的焦點位置配置玻璃基板。

對於雷射光源、第1光罩、第1及第2投影透鏡、玻璃基板係使用同於實施例5者。

於以上，若照射雷射光，第1光罩之富立葉變換像之中，以第2光罩遮斷0次及1次富立葉變換像以外之光點，僅使0次及1次富立葉變換像入射第2投影透鏡，成像於玻璃基板表面。此像係除去富立葉變換像之2次以上的成分者，形成於玻璃基板之凹部的斷面形狀呈平滑的曲線狀。又，以改變第1及第2投影透鏡的焦點距離可調整像

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明 (18)

的倍率。

第16圖為平板型微透鏡組的斷面圖，平板型微透鏡組係於上述實施例5、6所得之玻璃基板凹部內充填高屈折率樹脂所構成的。

(實施例7)

第17圖係適用於實施例7之雷射加工方法之加工裝置的概略構成圖，加工裝置由雷射光之發光源、第1鏡片、第2鏡片、固定透鏡及板狀之玻璃基材的桌子所構成。

繼而，第1鏡片及第2鏡片係依照所通電之電流值而可微小角度旋轉之電流鏡片(Galvano mirror)，第1鏡片與第2鏡片配置成旋轉軸正交。又，透鏡係同於被第2鏡片反射之雷射光相同平面，此實施例下係於玻璃基材表面連結焦點者。

於以上，使第1鏡片旋動，來自發光源之雷射光的光點位置係於玻璃基材表面呈縱方向移動，藉轉動第2鏡片，雷射光之光點位置於玻璃基材表面朝橫方向移動。因此，藉此等動作組合，可使雷射光之光點位置移動至玻璃基材表面之任意處，故，如第18圖所示般，可以一定間隔於玻璃基材依次形成凹部。

具體上，上述玻璃基材係以 SiO_2 為主成分，於其中含有 Al_2O_3 、 B_2O_3 、 Na_2O 、F等之厚2mm的矽酸鹽玻璃。

以50mol%-50mol%混合硝酸銀與硝酸鈉之熔融鹽（保持於 300°C ）中浸漬此玻璃基材86小時，使玻璃表面之Na

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明 (19)

離子溶出，溶融鹽中之Ag離子擴散至玻璃中。以X線微分析儀測定Ag擴散層之厚度後，約為 $160\mu\text{m}$ 。

將上述玻璃基材固定於桌上，藉移動Nd:YAG雷射之第3高調波即355nm雷射光之光點位置，可於玻璃基材上以 $125\mu\text{m}$ 間隔形成複數之凹部。

所使用雷射光之脈衝幅約為10nsec，反覆周波數為5Hz，每1脈衝之照射能量為 $30\text{J}/\text{cm}^2/\text{pulse}$ ，每1處照射100發。

於以上所得到之玻璃基材凹部，如第19圖所示般，充填高屈折率樹脂，可製作平板型微透鏡組。

又，第20圖係與平板型微透鏡組組合，顯示1個元件之2次元光纖組，此2次元光纖組亦與平板型微透鏡組同樣地，對玻璃基材以雷射光形成貫通孔，於此貫通孔內插入光纖之一端，藉紫外線硬化樹脂固定。繼而，以形成貫通孔之位置作為對應平板型微透鏡組之透鏡部的位置，如第20圖所示般，入射於平板型微透鏡組之透鏡部的光線會收束而從光纖之端面入射於光纖內。

如以上說明般，若依本發明，當藉雷射光加工玻璃時，使照射於玻璃表面之雷射光的光強度部分相異，光強度很強部分之玻璃除去量很多，光強度很弱部分之玻璃除去量減少，而於玻璃表面形成微細凹凸，故與習知相比，可正確且短時間形成極微圖案。

因此，若利用於繞射光柵之製造或平板微透鏡組之基

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (20)

板的製造等極有效。

又，若依本發明，因使光罩之富立葉變換像的成像位置配置於玻璃基材，故可使於玻璃基材表面以2次元的展開所形成之多數凹部斷面形狀成為平滑的圓弧狀等曲線狀。於是，例如適用於平板型微透鏡組時，可形成高精度的凸透鏡部。

若依本發明，除去暫時成像之富立葉變換像中的高次成分而再度成像於玻璃基板表面，故與第一光罩平面上相同，但，可得到凹部之斷面形狀為平滑的曲線狀者。又，藉改變2片透鏡之焦點距離，改變像之倍率亦可調整凹部之節距。

又，若決定為形成於玻璃基材之凹凸圖案，只要依該圖案製作光罩即可，可簡單地形成任意之凹凸圖案。

若依本發明，藉雷射光而於玻璃基材上施予預定形狀之凹凸加工時，關於玻璃基材係藉由鏡片等之光路變更裝置而變更雷射光的光路以移動照射光點位置，故可於短時間之內，正確地使微細凹凸圖案形成於玻璃基材上。

因不移動固定玻璃基材之光學桌，故可抑制塵埃的發生量，提高製品之良率。

進而，光路變更裝置之構成係如下：於玻璃基材上使雷射光之光點位置朝縱方向朝動之第1鏡片、及、於玻璃基材上使雷射光之光點位置朝橫方向移動之第2鏡片，藉此構成可於玻璃基材上形成任意之凹凸形狀，而且以前述

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

始

五、發明說明(21)

鏡片作為電流鏡片，得以進行極微細加工。

尤其，於以上之各加工方法中，所使用之玻璃乃以銀為原子、膠體或離子的形態導入於玻璃中，且，銀之濃度於所加工之表面為最高濃度，從表面至內部而逐漸濃度下降，則即使使用波長較長的雷射光，亦不會產生龜裂或缺陷。而且，若可使用波長很長的雷射光，不考慮由空氣引起的吸收亦可，故裝置本身很簡單。

對於本發明之玻璃基材的雷射加工方法係有助於繞射光柵及微透鏡組等光學製品的製造，又，關於本發明之繞射光柵可組入於光結合器、偏光器、分波器、濾波器、反射器或模式變換器等，微透鏡組可組入於液晶顯示裝置等。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

1. 一種針對含銀玻璃基材之雷射加工方法，對玻璃基材照射雷射光，使玻璃基材吸收雷射光能量，俾藉由此能量所引起之熔融、蒸發或爆蝕而除去玻璃，其特徵在於：

前述玻璃基材含有銀，而使照射於前述含有銀之玻璃基材表面之雷射光的光強度部分性相異，光強度較強的部分可除去較多玻璃量，光強度較弱的部分可除去較少玻璃量而於玻璃基材表面形成微細凹凸。

2. 如申請專利範圍第1項之針對含銀玻璃基材的雷射加工方法，其中前述雷射光係具有周期性光強度分布，而可於前述玻璃基材表面形成周期性凹凸。
3. 如申請專利範圍第2項之針對含銀玻璃基材的雷射加工方法，其中具有周期性光強度分布之雷射光係可藉相光罩獲得。
4. 如申請專利範圍第2項之針對含銀玻璃基材的雷射加工方法，其中具有前述周期性光強度分布之雷射光係可藉兩條雷射光干涉而得到。
5. 如申請專利範圍第2或3項之針對含銀玻璃基材的雷射加工方法，其中以雷射光之脈衝能量控制前述玻璃基材表面所形成之周期性凹凸斷面形狀。
6. 一種針對含銀玻璃基材之雷射加工方法，其特徵在於：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

六、申請專利範圍

於透鏡之入射側的焦點位置配置光罩，於透鏡之射出側的焦點位置配置含有銀之玻璃基板，對前述光罩照射雷射光而於成為透鏡射出側之焦點位置的玻璃基材表面使光罩之富立葉變換像成像，以使玻璃基材吸收此富立葉變換像的光能量，藉此能量所引起之熔融、蒸發或爆蝕而除去玻璃，俾於玻璃基材表面形成周期性擴散之複數凹部。

7. 一種針對含銀玻璃基材之雷射加工方法，其特徵在於：使第1透鏡射出側之焦點位置與第2透鏡入射側之焦點一致，於第1透鏡入射側之焦點位置配置第1光罩，於第1透鏡射出側之焦點位置配置第2光罩，於第2透鏡射出側之焦點位置配置含有銀之玻璃基板，對前述第1光罩照射雷射光而使富立葉變換像成像於第1透鏡射出側之焦點位置，同時，介由第2光罩使富立葉變換像之一部份成像於配置在第2透鏡射出側之焦點位置的玻璃基材表面，成像之光能量被玻璃基材吸收，藉此能量所引起之熔融、蒸發或爆蝕而除去玻璃，俾於玻璃基材表面形成周期性擴散之複數凹部。
8. 一種針對含銀玻璃基材之雷射加工方法，係對含有銀之玻璃基材照射雷射光，雷射光能量被玻璃吸收，藉此能量所引起之熔融、蒸發、或爆蝕而除去玻璃

六、申請專利範圍

之一部份，其特徵在於：藉光路變更裝置來變更前述雷射光之光路，以移動照射於玻璃基材之雷射光的光點位置，俾於玻璃表面形成微細的凹部。

9. 如申請專利範圍第8項之針對含銀玻璃基材的雷射加工方法，其中前述光路變更裝置係由如下所構成：

可於玻璃基材上使雷射光之光點位置朝縱方向移動之第1鏡片、及、可於玻璃基材上使雷射光之光點位置朝橫方向移動之第2鏡片。

10. 如申請專利範圍第1、2、3、4、6、7、8或9項之針對含銀玻璃基材的雷射加工方法，其中在被雷射加工之玻璃基材上從表面至預定深度或遍及全體係含有以Ag原子、Ag膠體或Ag離子形態的銀，此銀的濃度係於施予加工側表面之濃度為最高，逐漸朝其他面側而降低濃度，俾形成濃度梯度。

11. 一種藉雷射加工方法得到之繞射光柵，其特徵在於：組入於光結合器、偏光器、分波器、濾波器、反射器或模式變換器等之繞射光柵中，此繞射光柵係於形成板狀之含有銀之玻璃基材之一面側設有藉由具周期性光強度分布之雷射光照射所形成的周期性凹凸。

12. 如申請專利範圍第11項之繞射光柵，其中構成此繞射光柵之板狀玻璃基材係從表面至預定深度或遍及全部係含有以Ag原子、Ag膠體或Ag離子形態的銀，此銀的濃度係於形成繞射光柵之側的表面之濃度為最

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

高，逐漸朝另一面側降低濃度，俾形成濃度梯度。

13. 一種藉由雷射加工方法所得到之微透鏡組，其特徵在於：於組入液晶顯示元件等之平板型微透鏡組中，此平板型微透鏡組係於呈板狀含有銀之玻璃基材之一面側設有藉由具有規則性光強度分布之雷射光照射所形成的規則性凹部。

14. 如申請專利範圍第13項之微透鏡組，其中構成此微透鏡組之板狀玻璃基材係從表面至預定深度或遍及全體含有以Ag原子、Ag膠體或Ag離子形態的銀，此銀的濃度係於繞射光柵所形成之側的表面之濃度為最高，逐漸朝另一面側降低濃度，俾形成濃度梯度。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

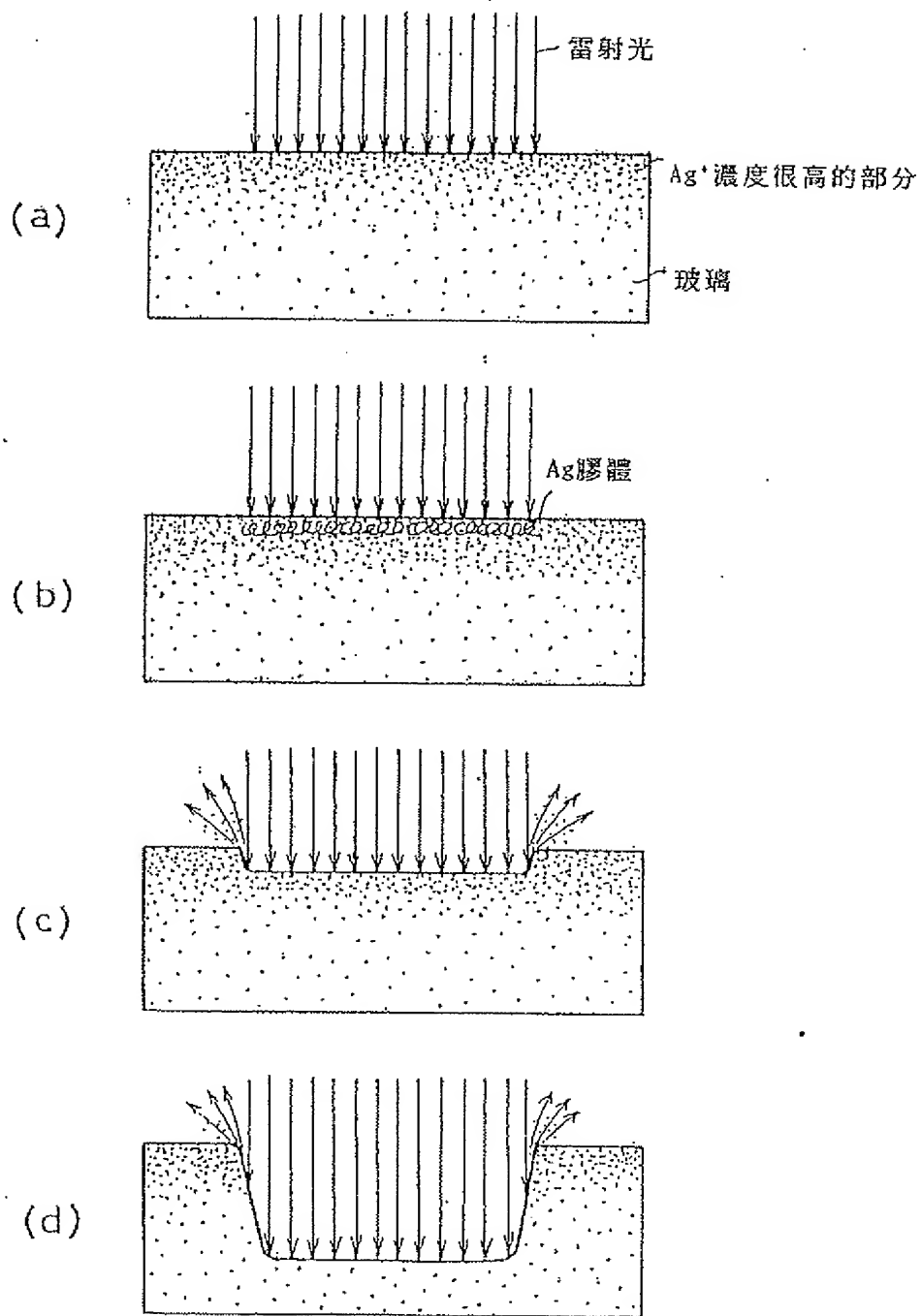
訂

線

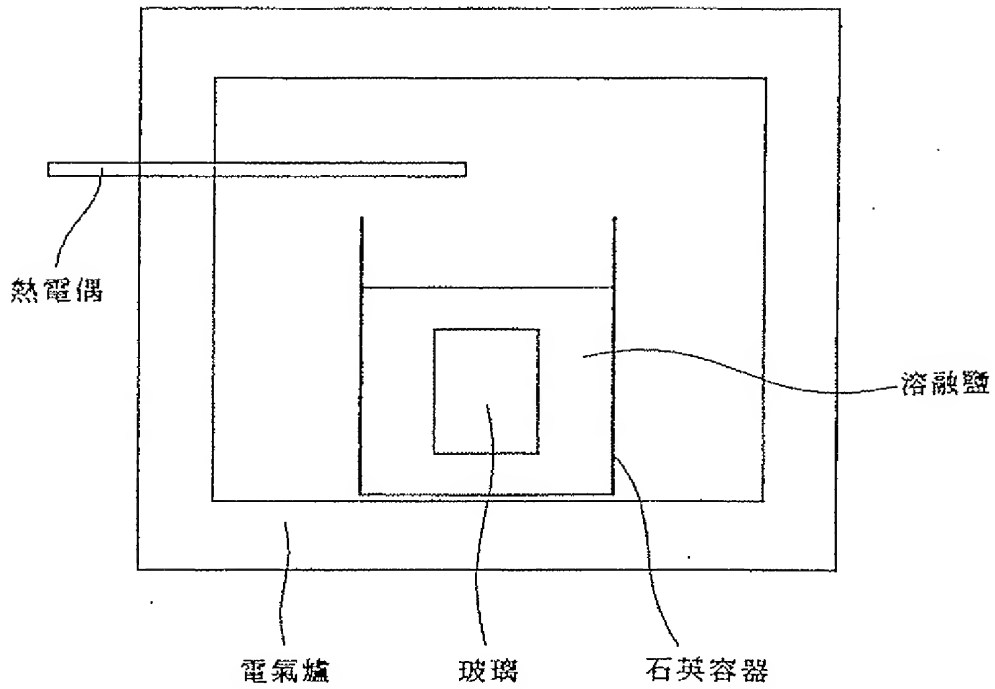
44055 185103582

861035A2

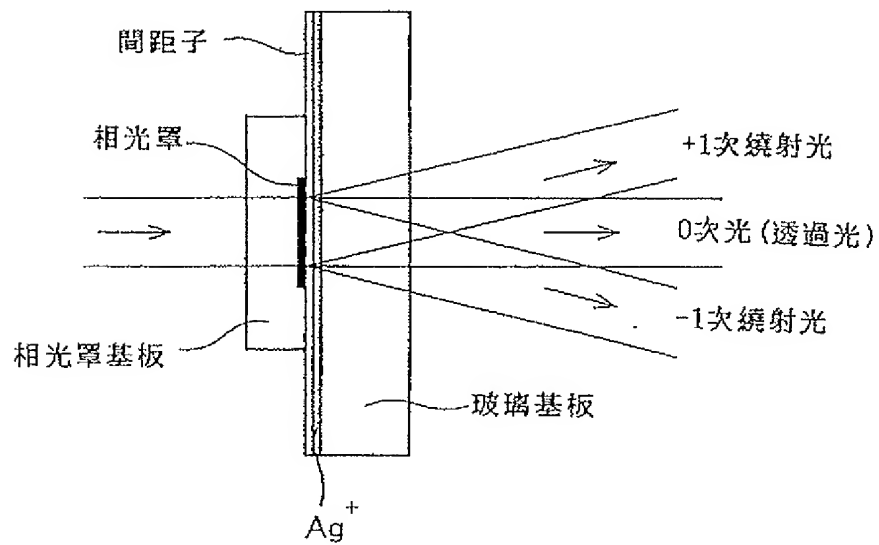
第 1 圖



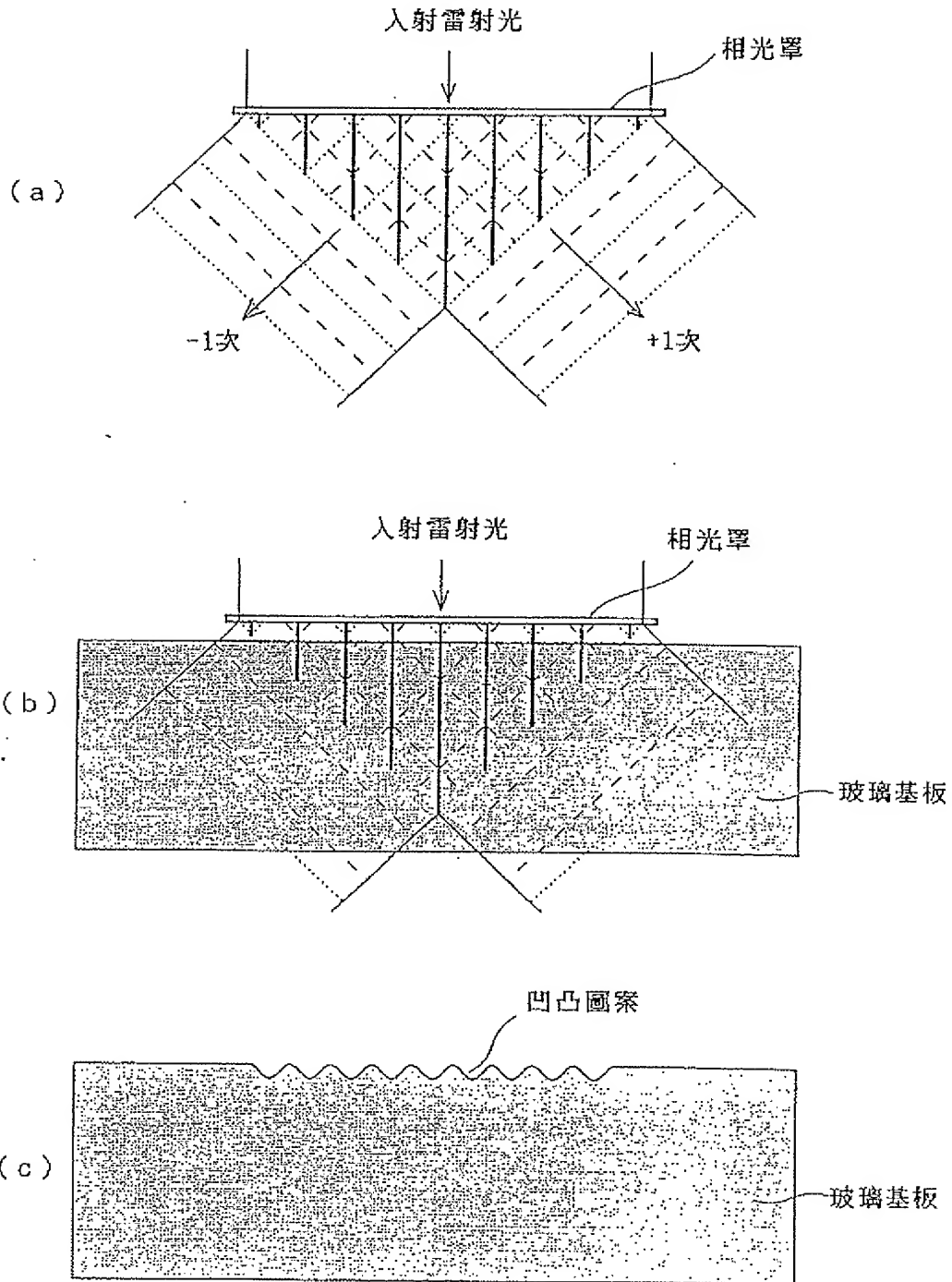
第 2 圖

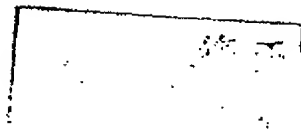


第 3 圖



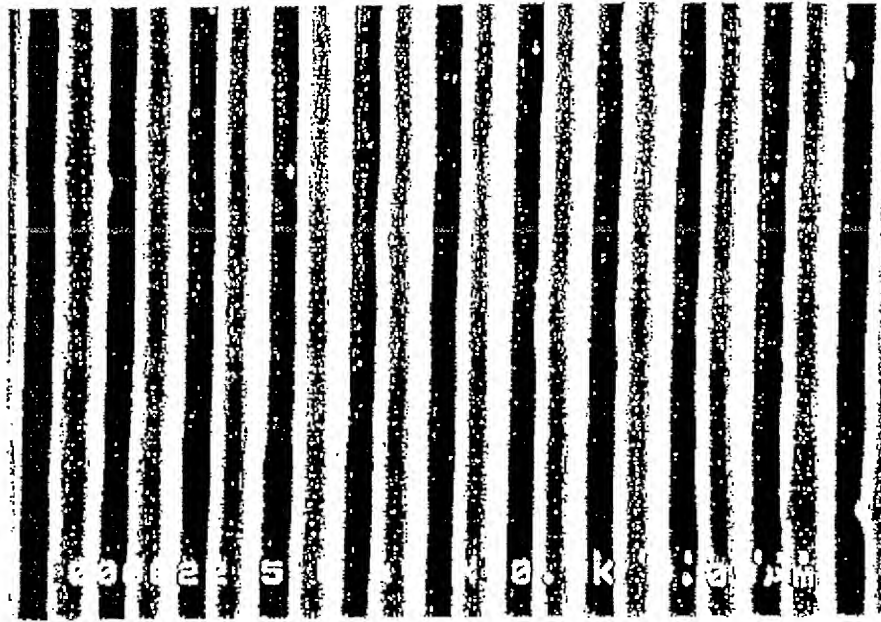
第 4 圖





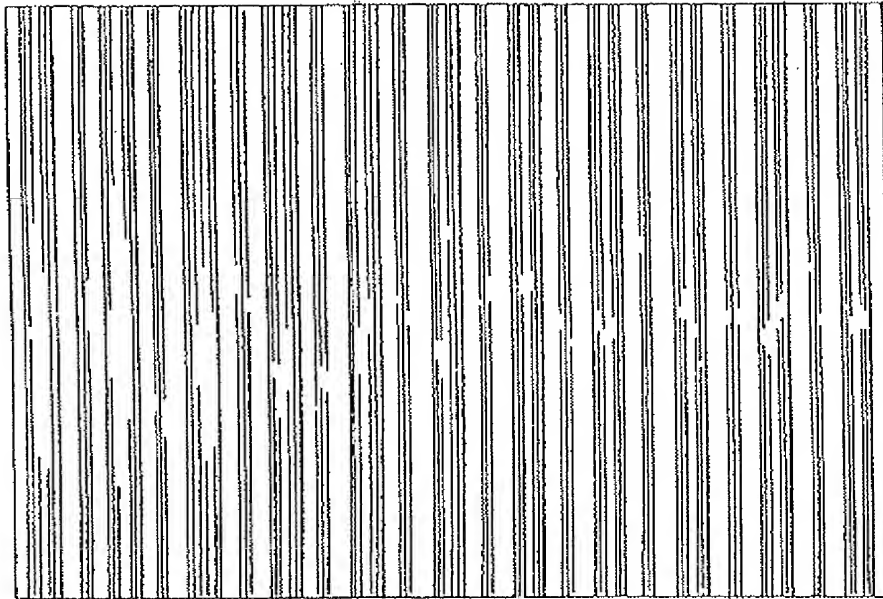
第 5 圖

(a)



$1.2 \mu m$

(b)



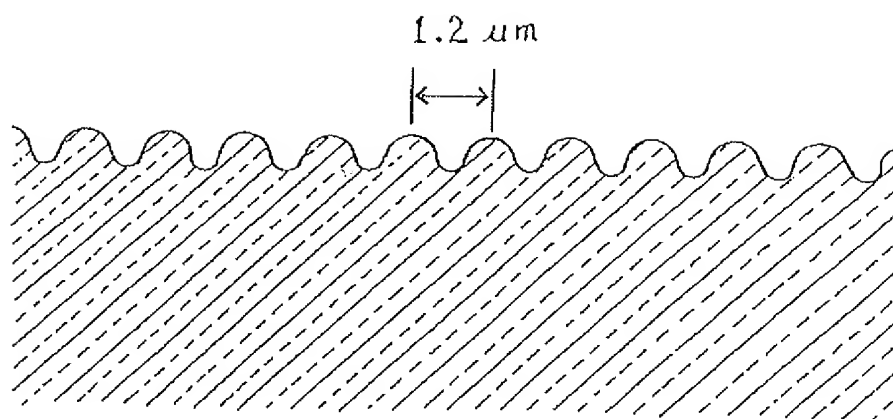
440551

第 6 圖

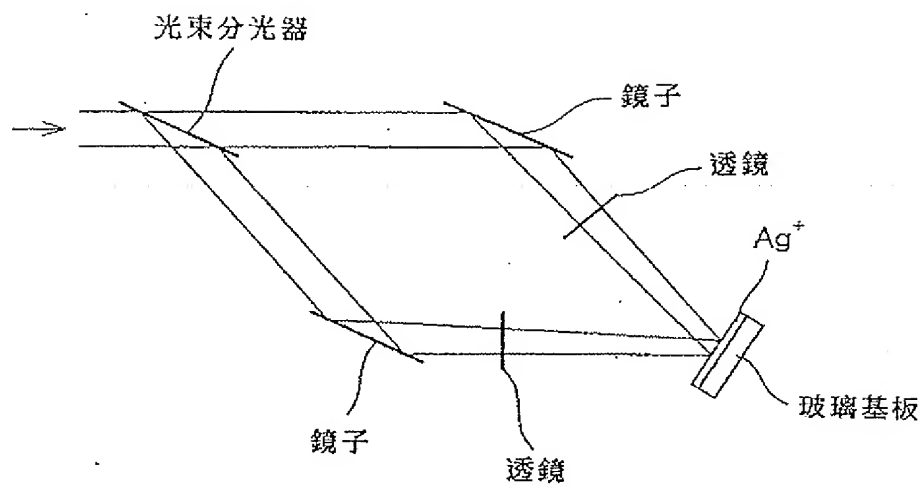
(a)



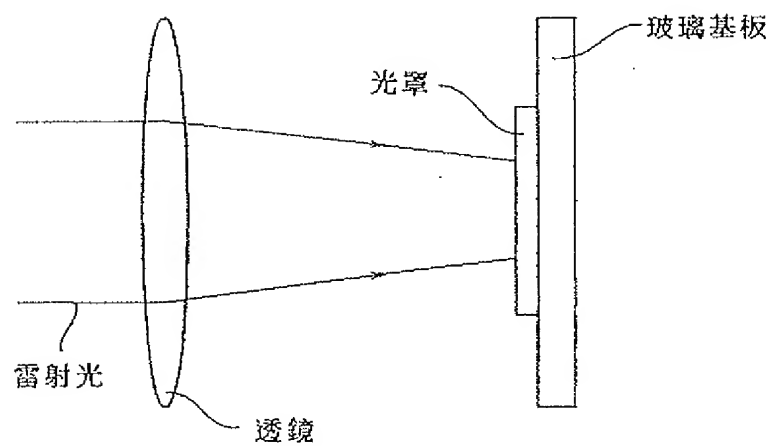
(b)



第 7 圖



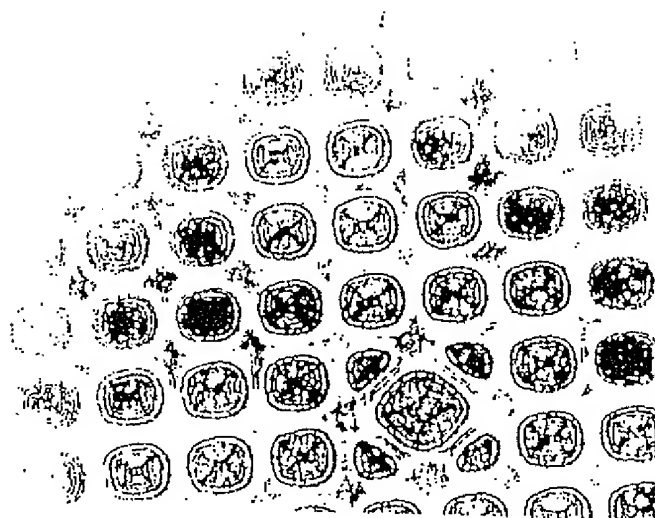
第 8 圖



修正
補充

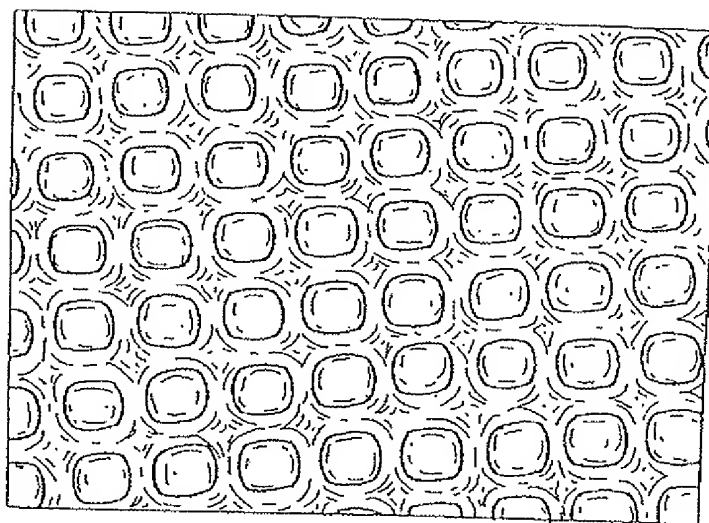
第 9 圖

(a)



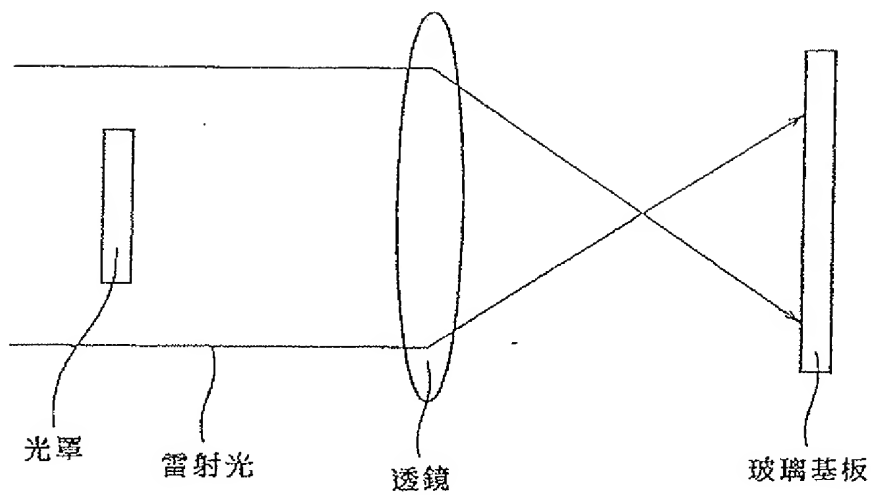
←→
100 μm

(b)



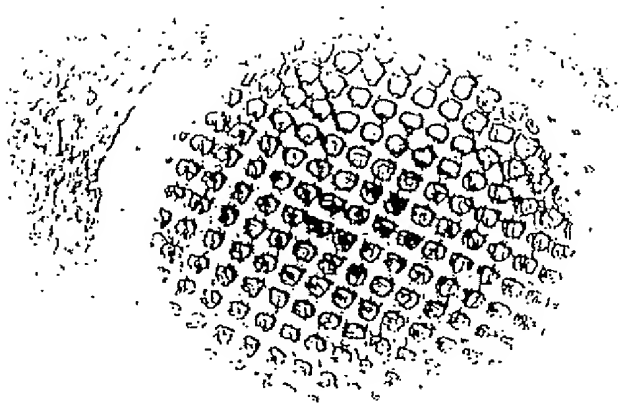
440551

第 10 圖



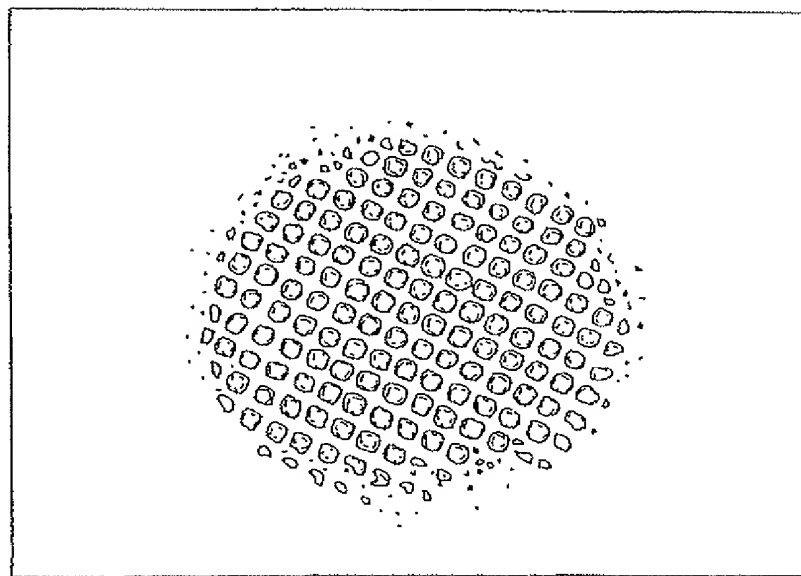
第 11 圖

(a)



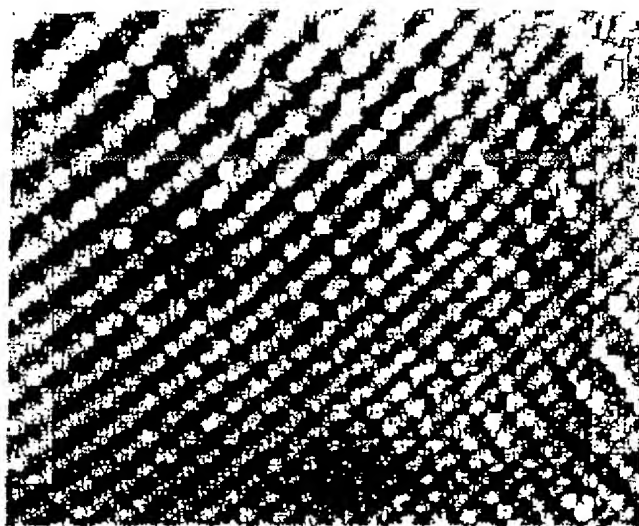
1 mm

(b)



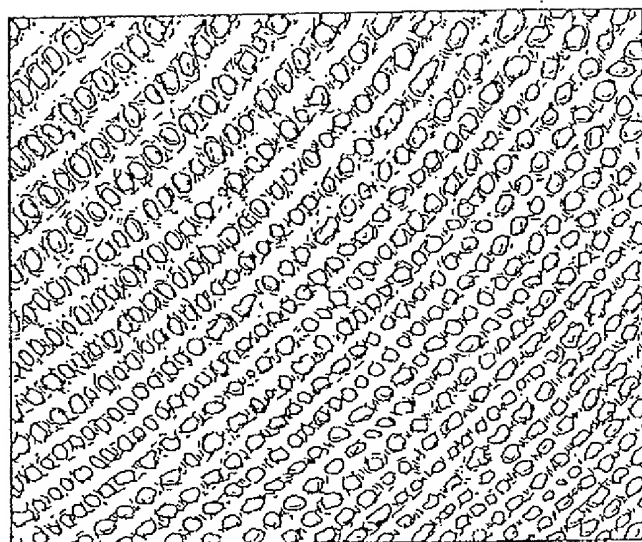
第 12 圖

(a)

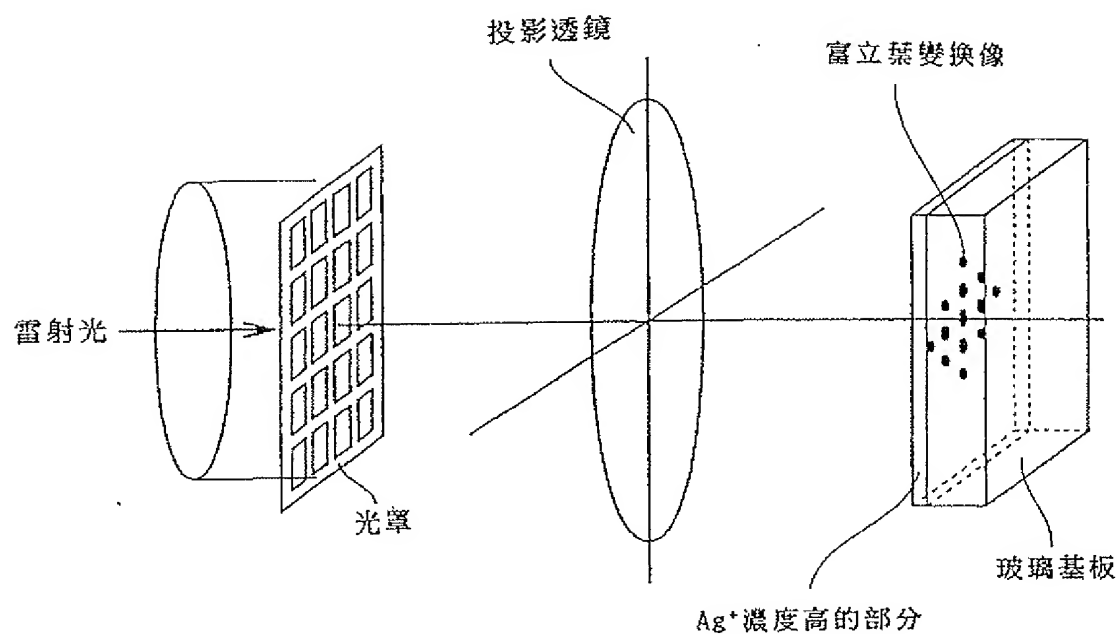


\longleftrightarrow
 $10\mu\text{m}$

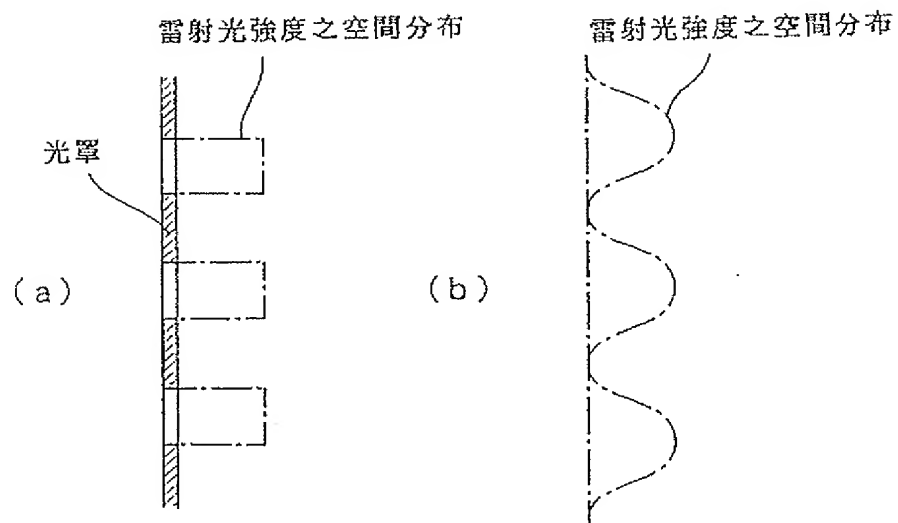
(b)



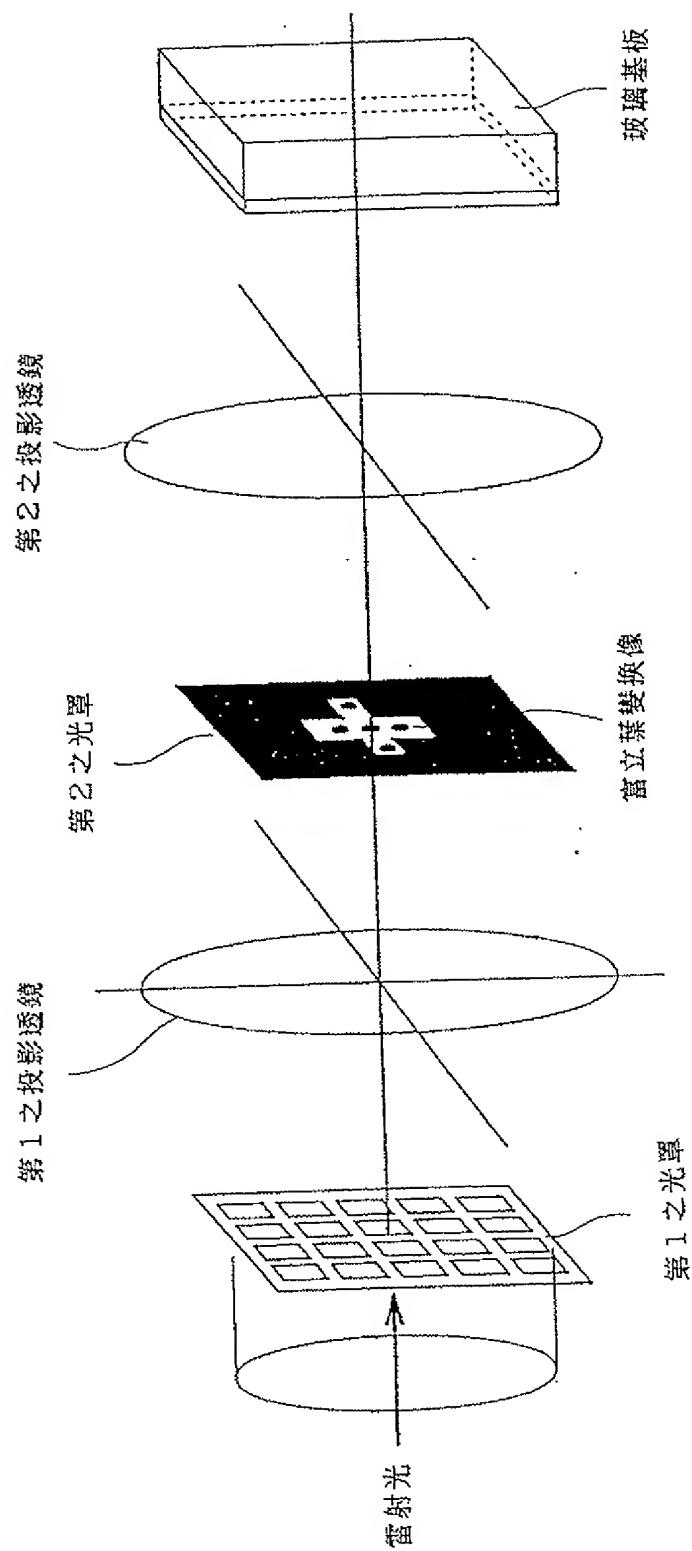
第 13 圖



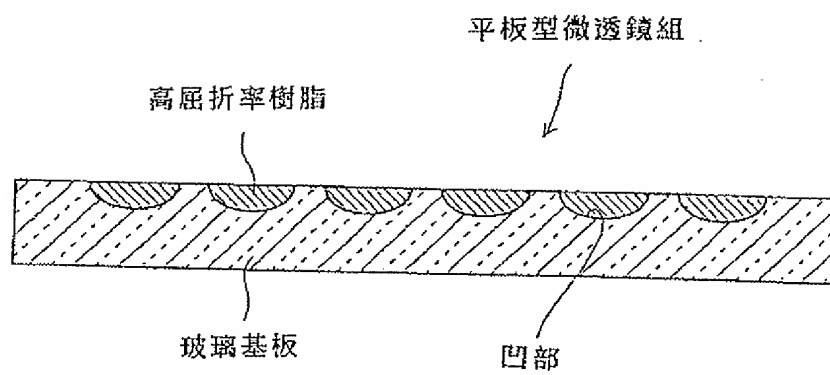
第 14 圖



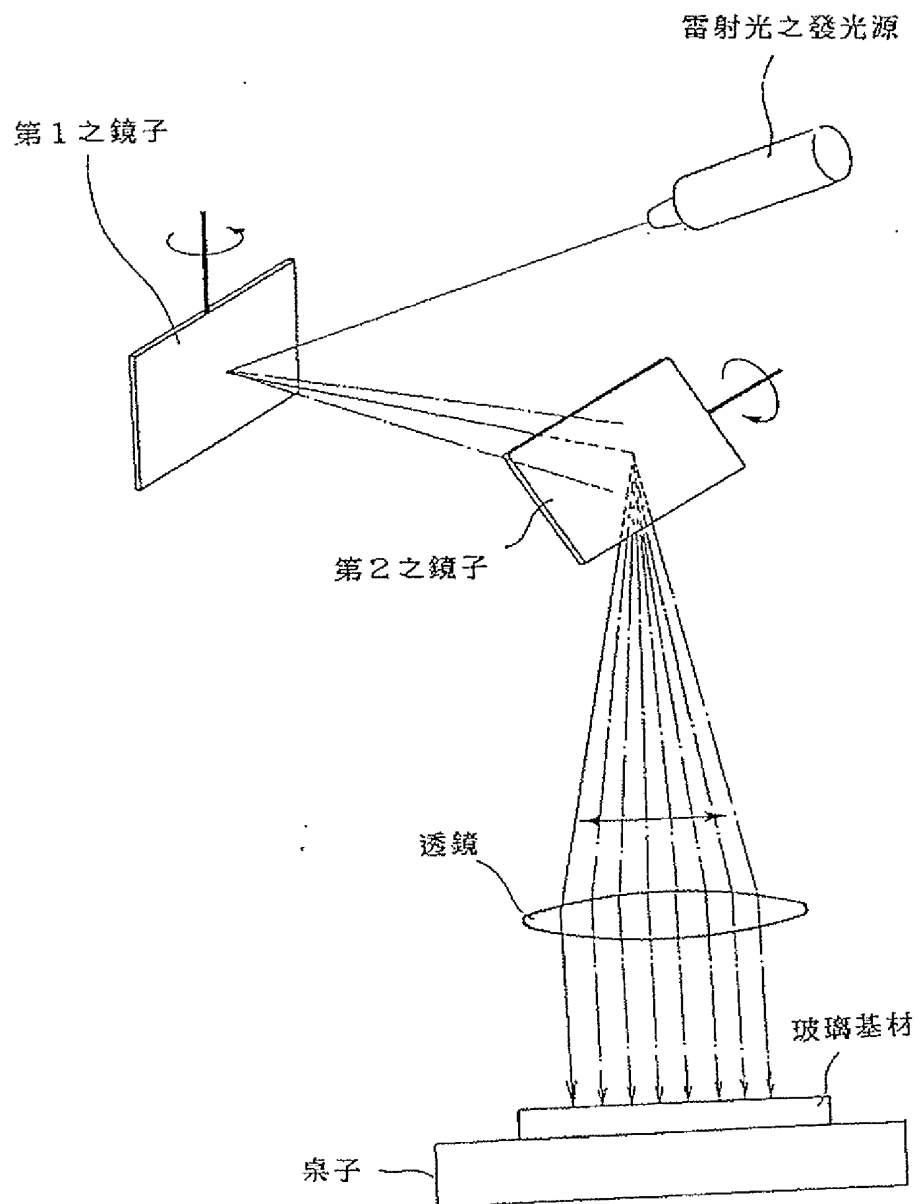
第 15 圖



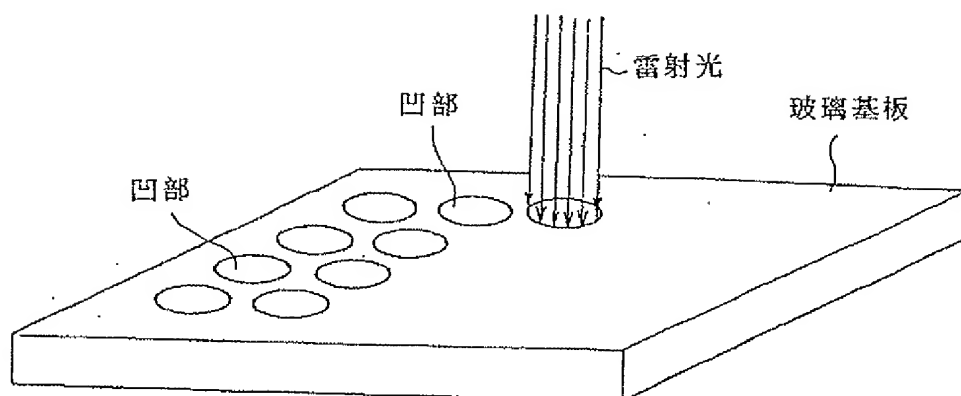
第 16 圖



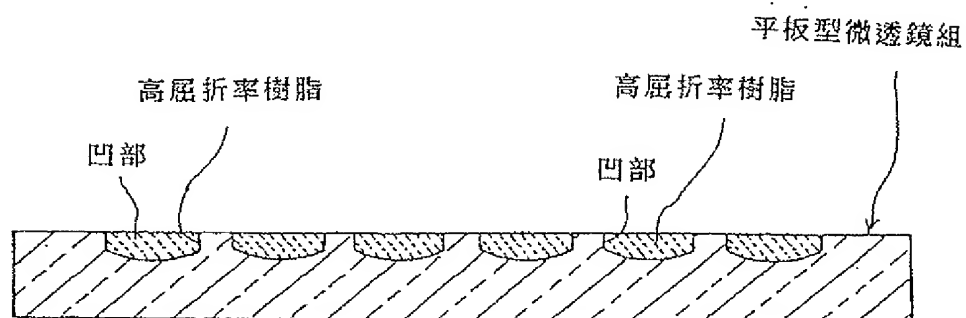
第 17 圖



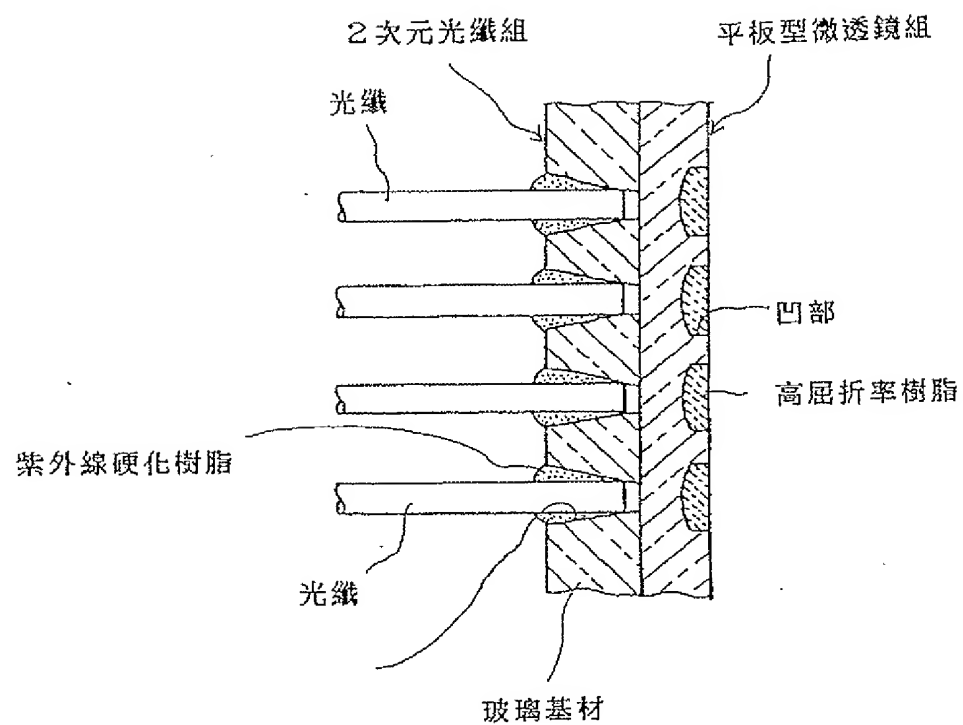
第 18 圖



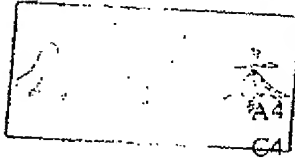
第 19 圖



第 20 圖



修正



申請日期	86.3.21
案號	86103582
類別	C03C1/64, 4/60, B23K 26/00

(以上各欄由本局填註)

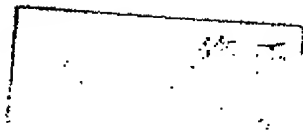
440551

第86103582號 發明專利說明書 修正本 89年10月19日

一、發明名稱	中文	針對含銀玻璃基材之雷射加工方法、由此方法得到之繞射光柵及微透鏡組
	英文	A LASER PROCESSING METHOD FOR A SILVER-CONTAINING GLASS SUBSTRATE, AND A DIFFRACTION GRATING AND A MICROLENS ARRAY OBTAINED THEREFROM
二、發明人	姓名	(1) 小山正 (2) 常友啟司 (3) 及川正尋 (4) 濱中賢二郎
	國籍	日本
三、申請人	住、居所	(1)(2)(3)(4) 日本國大阪府大阪市中央區道修町3丁目5番11號
	姓名 (名稱)	日商・日本板硝子股份有限公司
	國籍	日本
	住、居所 (事務所)	日本國大阪府大阪市中央區道修町3丁目5番11號
	代表人姓名	松村賢

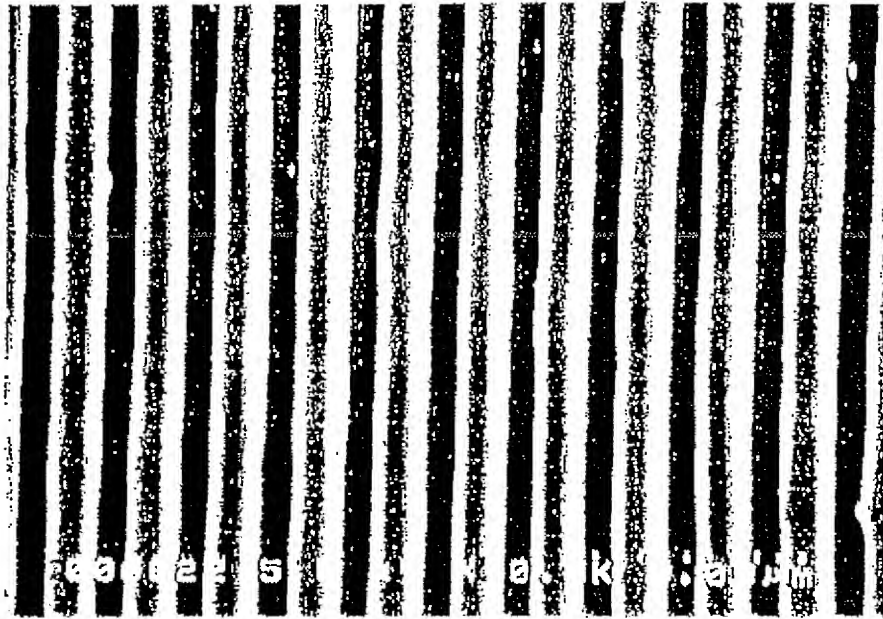
裝訂線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製



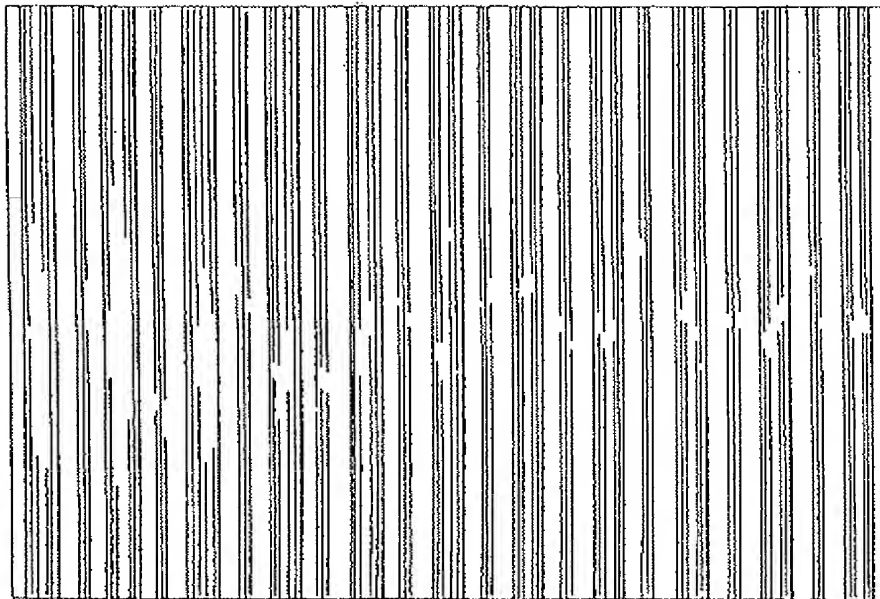
第 5 圖

(a)



\longleftrightarrow
 $1.2 \mu m$

(b)



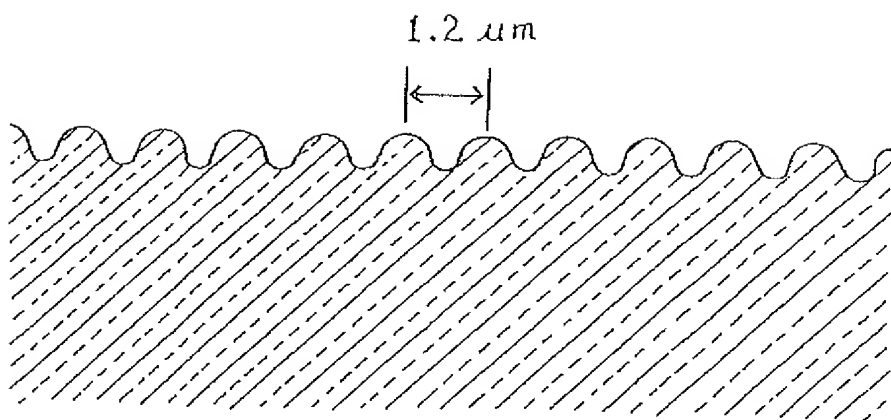
440551

第 6 圖

(a)



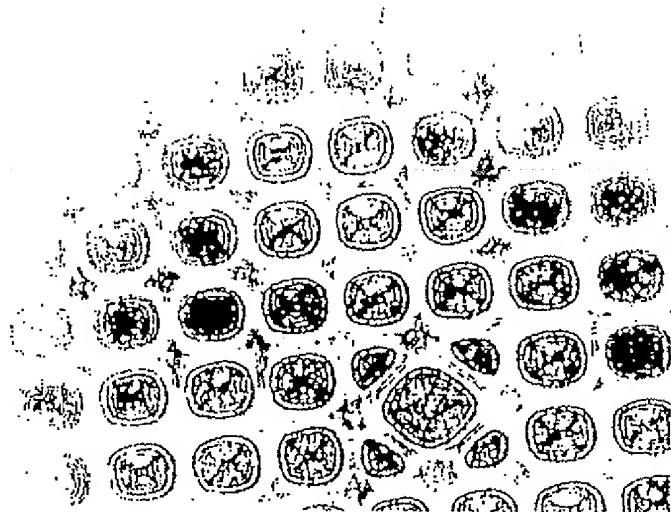
(b)



修正
補充

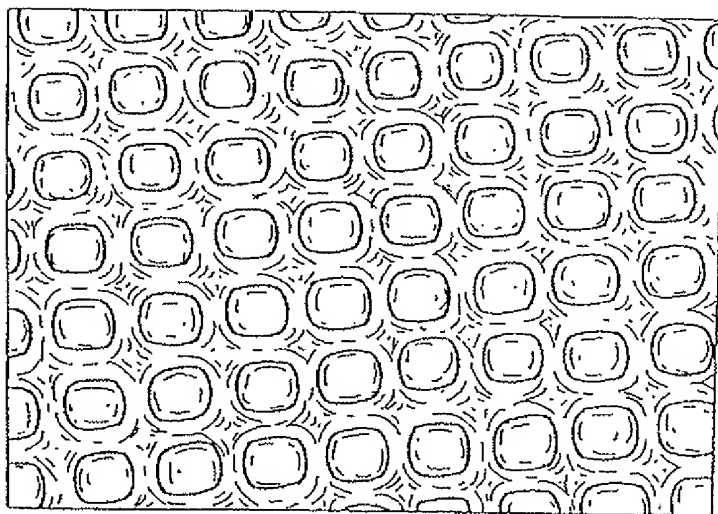
第 9 圖

(a)



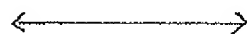
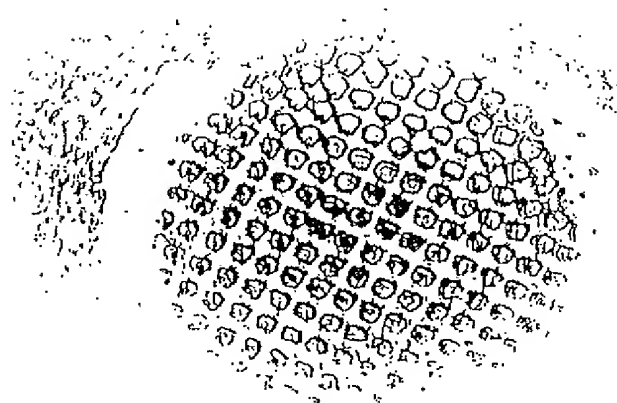
←→
100 μm

(b)



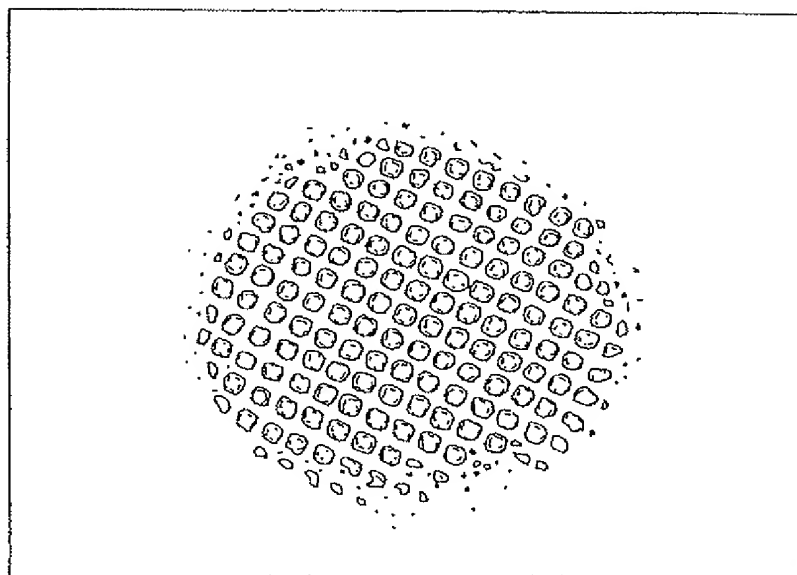
第 11 圖

(a)



1 mm

(b)



五、發明說明(1)

本發明係關於一種針對玻璃基材之雷射加工方法及藉由此加工方法所得到之繞射光柵及微透鏡組。

玻璃之中尤其是以 SiO_2 為主成分的矽酸鹽玻璃，係透明度高、可於高溫下簡單成形(變形)，故以微細加工形成開孔或凹凸，可廣泛使用於光通信等之光學零件或顯示器用的玻璃基板等。

對上述矽酸鹽玻璃施予微細加工，以往通常係藉由使用氟酸等蝕刻劑之濕式蝕刻(化學蝕刻)、或反應性離子蝕刻等之乾式蝕刻(物理蝕刻)。

然而，於濕式蝕刻時，有蝕刻劑管理與處理之問題，於乾式蝕刻時，真空容器等之設備乃必須的，裝置本身乃很龐大，進而必須藉由複雜的光蝕刻技術形成圖案光罩，很無效率。

另外，雷射光乃具有強力的能量，可提高所照射之材料表面溫度，使所照射之部分爆蝕(abrasion)或蒸發而施予各種加工為一般所實施的。尤其雷射光可聚焦成極小的光點，故適宜微細加工。

因此，於特開昭54-28590號公報中，係揭示預先加熱至 $300\sim 700^\circ\text{C}$ 之玻璃基板固定於桌上，使此桌子一面朝X-Y方向移動一面照射雷射光，以加工玻璃基板表面。

如上述般，使固定玻璃基板之桌子朝X-Y方向移動，可於玻璃基板上形成預定形狀的凹凸，但凹凸形狀例如繞射光柵之微細形狀時，以移動桌子無法應付。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(2)

若移動桌子，會發生塵埃，此乃成為製品缺陷的原因，造成良率降低。

又，製造平板型微透鏡組等之方法，係於模具內倒入透鏡原料而成形，再轉印於玻璃基材上而燒成之圖案亦已為人所知，但，圖案轉印工程或燒成工程須要求精密的位置對位，且耗時間。

製造平板型微透鏡組等之另一方法，係於玻璃基板表面以濕式蝕刻形成断面圓弧狀的凹部，於此凹部充填高曲折率樹脂以使凹部成為凸透鏡，但，濕式蝕刻具有如上述的問題。

因此，可想到介由光罩而照射雷射光以形成一充填高曲折率樹脂之凹部，但，雷射光以直線前進行透過光罩之開口的雷射光強度，係於1光點的範圍的相等，形成於玻璃基材之凹部的壁相對於玻璃基材呈略垂直，無法成為完全連續凹部断面之圓弧狀，如液晶顯示器般對於要求極高精度者不能直接組入，耗費多少必須施予濕式蝕刻之工夫。

另外，雷射光亦有CO₂雷射等之紅外線雷射、Nd:YAG雷射、Nd:YAG雷射與從組合波長變換之近紅外線區域至可見光進而至紫外線區域之雷射、或ArF、KrF等準分子雷射等之紫外線雷射等各種雷射，使用長波長之CO₂氣體雷射時，會產生由熱變形引起之龜裂。又，使用紫外線之KrF準分子雷射(波長248nm)時，於照射痕周邊會發生龜裂，

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(9)

裝置概略構成圖。

第18圖係加工途中之玻璃基材的斜視圖。

第19圖係平板型微透鏡組之斷面圖。

第20圖係2次元光件組之斷面圖。

用以實施發明之最佳形態

以下依添附圖面說明本發明實施形態。

(實施例1)

使用第2圖所示裝置而進行離子交換。加工用玻璃基材係以 SiO_2 為主成分，於其中含有 Al_2O_3 、 B_2O_3 、 Na_2O 、F等且厚2mm之矽酸鹽玻璃，充滿石英容器內之熔融鹽係使用以50 mol%-50 mol%混合硝酸銀與硝酸鈉者。

將上述加工用玻璃基材浸漬於充滿熔融鹽之石英容器內12分鐘。又，熔融鹽之溫度係於電氣爐中保持在 285°C ，反應氣氛為空氣。

藉由以上之處理，使玻璃基材表面之Na離子（1價之陽離子）溶出，令熔融鹽中之Ag離子擴散至玻璃中。以X線微分析儀測定Ag擴散層之厚度後約 $5\mu\text{m}$ 。

繼而，使用第3圖所示裝置以製造繞射光柵。具體上，於構成玻璃基板之離子交換的面，配置一具備介由間距子而形成繞射光柵之相光罩的基板，照射雷射光。

若對相光罩入射雷射光，如第4(a)圖所示般，主要射出+1次之繞射光與-1次之繞射光，藉此等繞射光之干涉，可於相光罩之射出側極附近得到周期性光強度分布。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (12)

實施例中即使改變雷射光之強度本身，同樣地繞射光柵之斷面構造亦會變化。

如此一來，若製造繞射光柵，不須特別的真空容器，可非常簡便、且廉價地於玻璃上製作繞射光柵。

於本實施例中，藉間距子使相光罩與玻璃基板之間隔呈約 $50\mu\text{m}$ 。此因可極力防止來自玻璃基板表面之蒸發物附著於相光罩，此間隔本身為任意。例如若為十 1 次光與一次光互相重疊之範圍內，即使相光罩與玻璃基板密接，亦可製作繞射光柵，且，於相光罩與玻璃基板之間挾持密接 $150\mu\text{m}$ 左右厚度的石英板而進行雷射照射時，與本實施例同樣地可製作繞射光柵。相光罩為可反覆使用者，避免其污染乃很重要，因此，介入間距子為很有效的方法。

(實施例 2)

於本實施例中，係不使用前述實施例之相光罩而代之以利用 2 條雷射光的干涉而形成周期性強度分布。

亦即，如第 7 圖所示般，藉光束分光器將雷射光分成 2 條，擁有某角度而再重疊，則重合部分會形成周期性光強度分布。其周期係依重合雷射光之角度來決定。

本實施例中，係構成 2 條雷射光束之入射角呈約 20° 之光學系。此時之光強度分布的周期約為 1020nm 。

接著，於 2 條雷射光束重疊之部分設置與使用於實施例 1 者同種的具雷射加工性之玻璃，照射雷射光，結果，引起爆蝕。圖中之透鏡係為提高玻璃面上之能量密度而使

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (14)

約垂直入射，然後，改變雷射光源之Q開關的定時，而徐緩增加雷射光之能量。雷射光之能量約 $4\text{J}/\text{cm}^2/\text{pulse}$ 時，可確認出玻璃之爆蝕，故以此狀態僅照射5脈衝，即停止雷射光之照射。

形成於上述玻璃基板之凹凸形狀如第9圖所示。此處，第9(a)圖係加工後之玻璃基板的平面照片，第9(b)圖係依同照片作成之圖，從此等圖明顯可知，於玻璃基板可忠實地轉印網目間距 $50\mu\text{m}$ 的光罩圖案。又，各凹部之周邊的龜裂未觀察到。又，以 $1\mu\text{m}$ 左右之間隔亦觀察到繞射光之干涉圖案。此表示 $1\mu\text{m}$ 左右的微細級數(order)之轉印。又，於本實施例中，雖使用 532nm 之雷射光，但 355nm 之光亦可得到相同結果。進而，光罩材料不限於銅，可使用鋁、金等熱傳導性優異之材料、鎢、不銹鋼、鈹等高融點材料。

又，轉印如上述之光罩圖案的玻璃基板，係施予於凹部充填高屈折率樹脂等的加工，使用來作為組入液晶顯示裝置或電漿顯示裝置等之平板型微透鏡組等。

(實施例4)

本實施例係如第10圖所示般，不使銅製之光罩密接於玻璃基板上，而設置於透鏡的光軸上對玻璃基板照射雷射光。

使用之玻璃、Ag離子向玻璃內的導入條件及使用雷射光係與實施例3相同。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (15)

於第10圖中，藉焦點距離100mm之透鏡於光罩的實像成像位置安放玻璃。而且，與實施例3同樣地，玻璃會爆蝕之能量密度即約4J/cm²/pulse時，可確認出玻璃之爆蝕，故，以此狀態僅照射雷射光10脈衝，即停止雷射光之照射。

形成於玻璃基板之凹凸形狀表示於第11圖中。此處，第11(a)圖係加工後之玻璃基板的平面照片，第11(b)圖係依同照片作成之圖，從此等圖明顯可知，於玻璃基板上使用同於實施例3之光罩，而以比實施例3還縮小之大小轉印網目。如此，使用透鏡可縮小轉印及擴大轉印。

於上述係使用光罩而製造平板型微透鏡組用之玻璃基板之例，但，藉由使3條或3條以上之雷射光干涉，如第12圖之(a)及(b)所示般，可製造微透鏡組用的玻璃基板。

又，於實施例中係對Al₂O₃-B₂O₃-Na₂O-F系矽酸鹽玻璃施予Ag離子交換處理，但，對另一玻璃施予Ag離子交換處理者，或，不施予Ag離子交換處理者，若具有雷射加工性者，可使用來作為本發明方法之實施對象。

又，成為本發明方法實施對象之玻璃基材形狀不限於板狀者，而可為圓柱狀等任意形狀。

(實施例 5)

第13圖係表示實施實施例5之雷射加工方法的光學系圖，於投影透鏡之入射側焦點位置配置光罩，於投影透鏡之射出側焦點位置配置玻璃基板。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (16)

玻璃基板 3 係對以 $Al_2O_3-B_2O_3-Na_2O-F$ 為主成分而厚度 2mm 的玻璃施予 Ag 離子交換處理者。Ag 離子交換處理係依以下之順序進行。

進行 Ag 離子交換之熔融鹽係使用以 50mol%-50mol% 混合硝酸銀與硝酸鈉者，於石英製反應容器浸漬加工用玻璃 15 分鐘。熔融鹽之溫度係於電氣爐中保持在 $300^{\circ}C$ ，反應氣氛為空氣。

藉此處理，玻璃表面之 Na 離子會溶出，鹽中所含有之 Ag 離子會擴散(離子交換)至玻璃中。以 X 線微分析儀測定 Ag 離子擴散層厚度後，約為 $5\mu m$ 。

雷射光源係使用 Nd-YAG 脈衝雷射之第 3 高調波(波長 355nm、脈衝幅約 10nsec、反覆周波數為 5Hz)。雷射光每 1 脈衝之能量可以改變雷射之 Q 開關的定時來調整。使用於本實施例之雷射，最大之脈衝能量約 90mJ，光束直徑約 5mm。

又，透鏡係使用焦點距離 250mm 者，光罩係使用 2 次元排列約 $100\mu m$ 孔之銅網目。

又，於以上，若照射雷射光，光罩之富立葉變換像會成像於玻璃基板的表面。

此處，於透過光罩之時點的雷射光強度的空間分布如第 14(a) 圖所示般，中心部與周邊部略呈相等之矩形狀，另外，富立葉變換像之雷射光強度的空間分布如第 14(b) 圖所示般，呈 sin 波狀。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (18)

的倍率。

第16圖為平板型微透鏡組的斷面圖，平板型微透鏡組係於上述實施例5、6所得到之玻璃基板凹部內充填高屈折率樹脂所構成的。

(實施例7)

第17圖係適用於實施例7之雷射加工方法之加工裝置的概略構成圖，加工裝置由雷射光之發光源、第1鏡片、第2鏡片、固定透鏡及板狀之玻璃基材的桌子所構成。

繼而，第1鏡片及第2鏡片係依照所通電之電流值而可微小角度旋轉之電流鏡片(Galvano mirror)，第1鏡片與第2鏡片配置成旋轉軸正交。又，透鏡係同於被第2鏡片反射之雷射光相同平面，此實施例下係於玻璃基材表面連結焦點者。

於以上，使第1鏡片旋動，來自發光源之雷射光的光點位置係於玻璃基材表面呈縱方向移動，藉轉動第2鏡片，雷射光之光點位置於玻璃基材表面朝橫方向移動。因此，藉此等動作組合，可使雷射光之光點位置移動至玻璃基材表面之任意處，故，如第18圖所示般，可以一定間隔於玻璃基材依次形成凹部。

具體上，上述玻璃基材係以 SiO_2 為主成分，於其中含有 Al_2O_3 、 B_2O_3 、 Na_2O 、F等之厚2mm的矽酸鹽玻璃。

以50mol%-50mol%混合硝酸銀與硝酸鈉之熔融鹽（保持於 300°C ）中浸漬此玻璃基材86小時，使玻璃表面之Na

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明(19)

離子溶出，溶融鹽中之Ag離子擴散至玻璃中。以X線微分折儀測定Ag擴散層之厚度後，約為160 μ m。

將上述玻璃基材固定於桌上，藉移動Nd:YAG雷射之第3高調波即355nm雷射光之光點位置，可於玻璃基材上以125 μ m間隔形成複數之凹部。

所使用雷射光之脈衝幅約為10nsec，反覆周波數為5Hz，每1脈衝之照射能量為30J/cm²/pulse，每1處照射100發。

於以上所得到之玻璃基材凹部，如第19圖所示般，充填高屈折率樹脂，可製作平板型微透鏡組。

又，第20圖係與平板型微透鏡組組合，顯示1個元件之2次元光纖組，此2次元光纖組亦與平板型微透鏡組同樣地，對玻璃基材以雷射光形成貫通孔，於此貫通孔內插入光纖之一端，藉紫外線硬化樹脂固定。繼而，以形成貫通孔之位置作為對應平板型微透鏡組之透鏡部的位置，如第20圖所示般，入射於平板型微透鏡組之透鏡部的光線會收束而從光纖之端面入射於光纖內。

如以上說明般，若依本發明，當藉雷射光加工玻璃時，使照射於玻璃表面之雷射光的光強度部分相異，光強度很強部分之玻璃除去量很多，光強度很弱部分之玻璃除去量減少，而於玻璃表面形成微細凹凸，故與習知相比，可正確且短時間形成極微圖案。

因此，若利用於繞射光柵之製造或平板微透鏡組之基

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線